

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
 ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность  
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях  
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Оценка риска и расчет последствий аварии в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»</b>

УДК 614.8:621.311

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г11	Шкляева Наталья Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер каф. БЖДЭиФВ	Романенко В.О.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе  
направления 280700 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
	<b>Универсальные компетенции</b>
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.



Юргинский технологический институт  
 Направление подготовки: 280700 Техносферная безопасность  
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях  
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой БЖДЭиФВ  
 \_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

## ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

<b>Бакалаврской работы</b>
----------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-17Г11	Шкляевой Наталье Викторовне

Тема работы:

<b>Оценка риска и расчет последствий аварии в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 26/с

Срок сдачи студентам выполненной работы:	14.06.2016 г.
--	---------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	Структура химического цеха водоподготовки ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод». Бетонная площадка для баков-хранилищ растворов серной кислоты с поддонами. Постоянное хранение запаса растворов серной кислоты. На площадке установлены 3 бака-хранилища 94–98 % раствора серной кислоты. Объем одного бака-хранилища раствора серной кислоты – 50 м³. Хранение опасных веществ предусмотрено при давлении близком атмосферному.
<b>Перечень подлежащих</b>	1 Изучить и проанализировать литературные

<b>исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<p>источники на предмет возможных аварийных ситуаций с АХОВ на промышленных предприятиях.</p> <p>2 Провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска их возникновения в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».</p> <p>3 Рассчитать вероятные зоны действия поражающих факторов при реализации сценария разгерметизации бака-хранилища с серной кислотой.</p> <p>4 Составить оперативную часть плана локализации и ликвидации аварии локального уровня А–1 химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».</p>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Романенко Василий Олегович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.02.2016 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		10.02.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г11	Шкляева Наталья Викторовна		10.02.2016

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 78 страниц, 5 рисунков, 18 таблиц, 26 формул, 50 источников, 8 приложений.

Ключевые слова: АВАРИЙНАЯ СИТУАЦИЯ С АХОВ, СЕРНАЯ КИСЛОТА, БАК-ХРАНИЛИЩЕ (РЕЗЕРВУАР), ЗОНЫ СМЕРТЕЛЬНЫХ И ПОРОГОВЫХ ПОРАЖЕНИЙ, ПЛАН ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ.

Объектом исследования является химический цех ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».

Целью выпускной квалификационной работы является оценка риска и расчет последствий аварии в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» для обеспечения оперативности реагирования при локализации и ликвидации аварии.

В процессе работы были изучены литературные источники на предмет возможных аварийных ситуаций на ХОО и выявлены наиболее частые причины аварий.

В работе рассчитаны вероятные зоны действия поражающих факторов при реализации сценария А–1. Разработана оперативная часть плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций локального уровня химического цеха ТЭЦ, в которой рассмотрены способы и средства предупреждения, порядок оповещения и действия персонала.

## Referat

Final qualifying work contains 78 pages 5 drawings, 18 tables, 26 formulas, 50 sources, 8 application.

Keywords: EMERGENCY SITUATION CAUSED BY POISONOUS SUBSTANCES, SULFURIC ACID, STORAGE TANK, LETHALITY AND THRESHOLD POISONING, PLAN OF EMERGENCY CONTAINMENT AND ELIMINATION.

The object of the study in this work is the chemical shop of the thermal power plant at Yurga engineering plant.

The purpose of the graduate work is to analyze the conditions of the origin and development of emergencies at the chemical shop of the thermal power plant and estimation of chemical environment of the most dangerous scenario of emergency to ensure responsiveness in containment and elimination of emergency situations.

Literary sources were studied to find out possible emergencies at chemically dangerous locations, and the most frequent causes of accidents were revealed.

The possible zones of affecting factors for scenario A-1 were estimated. A part of the operational plan of containment and elimination of emergency situations of level A–1 of the chemical workshop of the thermal power plant was developed, which describes ways and means of prevention, emergency-alert procedures and personnel action.

## Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

### Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;

ХВО – химводоочистка;

АХОВ – аварийно химически опасных веществ;

ДПУ – дистанционный пульт управления;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

НАСФ – нештатное аварийно-спасательного формирования;

ПАЗ – противоаварийная защита;

ПЛАС – план локализации и ликвидации аварийных ситуаций;

ПДК – предельно допустимые концентрации;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

ХОО – химически опасный объект;

ЦПУ – центральный пункт управления;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

бл. – блок;

деж. – дежурный;

поз. – позиция;

ст. – старший;

### Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности и санитарными нормами.

ГОСТ 12.1.005–88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.012–2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.3.047-98. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

ГОСТ 2184-77. Кислота серная техническая. Изм. 1-4.-М.: Издательство стандартов, 1989 г.

ГОСТ 3760-79. Реактивы. Аммиак водный. Технические условия.

ГОСТ 51901.12-2007. Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов.

ГОСТ 51901.13-2005. Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей.

ГОСТ Р 55064-2012. Натр едкий технический. Технические условия.

СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в жилых помещениях и общественных зданий.

ПБ 03-517-02. Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов.

ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

ПБ 09-579-03. Правила безопасности для наземных складов серной кислоты.

ПБ 03-585-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов.

ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.



ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

РД 03-26-2007. Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ от 14.12.2007 г. № 859.

РД 09-398-01. Методические рекомендации по классификации аварий и инцидентов на опасных производственных объектах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

РД 09-536-03. Методические указания о порядке разработки плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на химико-технологических объектах.

СТО Газпром 2-2.3-351-2009. Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром».

## Оглавление

	С.
Введение	12
1 Обзор литературы	14
1.1 Теплоэлектроцентрали как химически опасные объекты	14
1.2 Статистика аварий на химически опасных объектах и анализ причин их возникновения	16
2 Описание предприятия	20
2.1 Краткая географическая и социально-экономическая характеристика ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» и оценка возможной обстановки на его территории	20
2.1.1 Краткая географическая характеристика ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	20
2.1.2 Сведения о природно-климатических условиях в районе расположения промышленного объекта	20
2.1.3 Размеры и границы территории	21
2.1.4 Краткое описание производства химподготовки воды на ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	22
2.2 Краткая характеристика опасности промышленного объекта	23
2.2.1 Химический цех ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	23
2.2.2 Краткая характеристика химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	25
2.2.3 Степень опасности и характер воздействия веществ на организм человека, индивидуальные средства защиты	27
2.2.4 Определение сценариев аварий с участием опасных веществ	32
3 Расчет химической обстановки при разгерметизации бака-хранилища с серной кислотой	34
3.1 Обоснование применяемых физико-математических моделей и методов расчета с оценкой влияния исходных данных на результаты анализа риска аварии	34
3.2 Оценка количества серной кислоты, участвующей в аварии химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	39
3.3 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов	40
3.4 Оценка вероятности реализации аварийной ситуации с проливом серной кислоты и сценария дальнейшего развития в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	43
3.5 Ситуационный план аварийной ситуации и основные опасности технологического объекта	45
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	47
4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении аварии в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод». Расчет затрат на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий	47

4.1.1	Затраты на питание ликвидаторов аварии	78
4.1.2	Расчет затрат на оплату труда ликвидаторов аварии	49
4.1.3	Расчет затрат на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших	50
4.1.4	Расчет затрат на топливо и горюче-смазочные материалы	52
4.1.5	Расчет затрат на амортизацию используемого оборудования и технических средств	53
4.2	Расчет величины социального ущерба	54
4.3	Определение величины экономического ущерба	55
5	Социальная ответственность	57
5.1	Описание рабочего места аппаратчика по приготовлению химреагентов ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» на предмет возникновения вредных и опасных производственных факторов	57
5.2	Анализ выявленных вредных факторов	60
5.2.1	Шум	60
5.2.2	Пыль	61
5.2.3	Температура	62
5.3	Анализ выявленных опасных факторов	63
5.4	Охрана окружающей среды	65
5.5	Защита в чрезвычайных ситуациях	66
5.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
	Заключение	71
	Список публикаций	73
	Список используемых источников	74
	Приложение А Перечень опасных химических аварий, имевших место на химически-опасных объектах в РФ в период 2002–2015 гг.	79
	Приложение Б Основные составляющие химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	83
	Приложение В Сведения об использовании опасных веществ, обращающихся в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	84
	Приложение Г Номенклатура инструмента, материалов, приспособлений и средств индивидуальной защиты персонала химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	85
	Приложение Д Количество серной кислоты, участвующей в аварии химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	86
	Приложение К Оперативная часть мероприятий плана по локализации и ликвидации аварии (ПЛАС) в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	88
	Приложение Л Сведения о системе оповещения в случае возникновения аварии в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	91
	Приложение М Порядок действия сил и использования средств, взаимодействия с другими организациями по локализации и ликвидации аварии в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»	93

## Введение

Наиболее опасными технологическими катастрофами, являются аварии на химически опасных объектах (ХОО), которые приводят к массовому отравлению и гибели людей, животных, значительному экономическому ущербу и тяжелым экологическим последствиям.

Причинами аварий в большинстве случаев являются нарушения установленных норм и правил при проектировании, строительстве и реконструкции ХОО, нарушение технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, аппаратов, а также низкой трудовой и технологической дисциплины производственного персонала.

Наличие факторов, от которых напрямую зависит безопасность функционирования ХОО, делает эту проблему достаточно сложной. Анализ причин крупных аварий сопровождаемых выбросом (утечкой) АХОВ показывает, что нельзя исключать возможность возникновения аварий, приводящих к поражению производственного персонала.

Предприятия, использующие в производстве различные химические вещества, опасны для населения проживающего рядом, а также для окружающей природной среды, так как на них могут возникнуть аварийные ситуации, при которых возможен выброс токсичных продуктов.

Несмотря на принимаемые меры по обеспечению безопасности, полностью исключить вероятность возникновения химических аварий невозможно. Актуальными становятся мероприятия по защите, прогнозированию и ликвидации последствий аварий с выбросом АХОВ на предприятиях топливно-энергетического комплекса. Особое внимание нужно уделить планам локализации и ликвидации аварийных ситуаций, при помощи ПЛАС появляется возможность отследить условия возникновения, а так же динамику развития аварийных ситуаций и выявить более частые причины сбоев

как в пределах одного предприятия, так и при помощи анализа аварий на подобных предприятиях.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка риска и расчет последствий аварий в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» для обеспечения оперативности реагирования при локализации и ликвидации аварии.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучить и проанализировать литературные источники на предмет возможных аварийных ситуаций с АХОВ на промышленных предприятиях.
2. Провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска их возникновения в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».
3. Рассчитать вероятные зоны действия поражающих факторов при реализации сценария разгерметизации бака-хранилища с серной кислотой.
4. Составить оперативную часть плана локализации и ликвидации аварии локального уровня А–1 химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».
5. Произвести расчет экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод».
6. Исследовать рабочее место аппаратчика по приготовлению химреагентов ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» на предмет возникновения вредных и опасных производственных факторов.

## 1 Обзор литературы

### 1.1 Теплоэлектроцентрали как химически опасные объекты

Теплогенерирующие объекты являются важной составляющей региональной энергетической системы для городов и населенных пунктов РФ, они обеспечивают теплоснабжение потребителей в период низких температур. Основным компонентом централизованной системы теплоснабжения стали теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), которые относятся к потенциально опасным объектам.

Приказом МЧС РФ от 28.02.2003 г. № 105 «Об утверждении Требований по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения» определено: ПОО – объект, на котором могут использоваться или изготавливаться, перерабатываться, храниться или транспортироваться опасные вещества, биологические препараты, а также другие объекты, которые при определенных обстоятельствах могут создать реальную угрозу возникновения аварии.

Особенностью теплоэлектроцентрали является то, что отработанный в турбине пар или горячая вода потом используются для отопления и горячего водоснабжения промышленной и коммунальной сферы.

С одной стороны, ТЭЦ, источник техногенной опасности – состояния, присущего сложной технической системе, реализуемого в виде поражающих воздействий на человека и окружающую среду за счет запасенной внутри системы энергии, химически и биологически опасных веществ и материалов. Уровень техногенной опасности зависит от промышленной безопасности потенциально опасного объекта [4].

С другой стороны, это опасность разрушения тепло- и электроснабжения среды обитания, объектов и сфер жизнедеятельности населения. Характеризуется энергетической безопасностью современного промышленного города. Энергетическая безопасность города – это состояние защищенности граждан и объектов инфраструктуры от потенциальных угроз,

надежного обеспечения топливно-энергетическими ресурсами, формирование устойчивой работы электро- и теплогенерирующих объектов и городского хозяйства.

К техногенным опасностям ТЭЦ можно отнести взрывы, пожары и гидродинамическую волну прорыва на резервуарах мазутного хозяйства, выбросы химически опасных веществ в цехе ХВО (химводоочистка) с последующим токсическим воздействием на человека и экосистемы окружающей природной среды.

Потенциально опасная составляющая ТЭЦ – цех ХВО с баками химических реагентов. В цехе ХВО ТЭЦ сосредоточены химически опасные вещества – серная кислота, щелочь, аммиачная вода, представляющие опасность поражения человека и загрязнения окружающей природной среды.

Важной задачей техногенной безопасности теплоэлектростанций является количественная оценка поражающих факторов аварий в цехе ХВО и зонирование прилегающей к объекту территории по уровню поражающего воздействия человека и природную среду. В настоящее время существуют различные методики, позволяющие аналитически оценивать последствия аварийных выбросов серной кислоты на открытых технологических установках и резервуарах хранения, а также выделять зоны повышенной опасности.

Серная кислота является малолетучей жидкостью, не создает поражающих концентраций пара в воздухе за счет естественного испарения. Обладает резко выраженным раздражающим и прижигающим действием. В случае многотонных неконтролируемых выбросов и диспергирования в окружающую среду, серная кислота может вызывать тяжелые химические ожоги кожных покровов, глаз и верхних дыхательных путей с возможным смертельным исходом среди персонала [8].

Гидроксид натрия – едкое и коррозионно-активное вещество. Относится к веществам второго класса опасности. При работе требуется соблюдать осторожность. При попадании на кожу, слизистые оболочки и в глаза

образуются серьёзные химические ожоги. Попадание в глаза вызывает необратимые изменения зрительного нерва (атрофию), потерю зрения.

Аммиак относится к группе веществ удушающего и нейротропного действия. Способен при ингаляционном поражении вызывать токсический отёк лёгких и тяжёлое поражение нервной системы. Пары аммиака сильно раздражают слизистые оболочки глаз и органов дыхания, кожные покровы. Пары аммиака вызывают обильное слезотечение, боль в глазах, химический ожог конъюнктивы и роговицы, потерю зрения, приступы кашля, покраснение и зуд кожи. При соприкосновении сжиженного аммиака и его растворов с кожей возникает жжение, возможен химический ожог с пузырями, изъязвлениями.

В настоящее время актуальны мероприятия по защите, прогнозированию и ликвидации последствий аварий с выбросом АХОВ на предприятиях, использующих продукты химической промышленности. Большое внимание уделяется планам локализации и ликвидации аварийных ситуаций, с помощью которых возможно отследить условия возникновения и динамику развития аварийных ситуаций, выявить наиболее частые причины сбоев как в пределах одного предприятия, так и при помощи анализа аварий на подобных предприятиях.

ПЛАС предусматривает необходимые меры и действия персонала по предупреждению аварийных ситуаций, их ликвидации, локализации, исключению отравлений, воспламенения, взрывов и максимальному снижению их тяжести.

## 1.2 Статистика аварий на химически опасных объектах и анализ причин их возникновения

Перечень аварий, имевших место на химически-опасных объектах, использующих в обращении большие количества АХОВ и вспомогательных



химических веществ, составлен по частной выборке аварий, произошедших в РФ в период с 2002 г. по 2015 г. представлен в Приложении А.

Анализируя данные сведения об авариях, можно выделить общие закономерности их возникновения и развития:

- нарушение установленных норм и правил строящихся и реконструируемых химически опасных объектов;
- использование устаревших технологий и оборудования (36 %);
- несоответствующий уровень трудовой и производственной дисциплины у обслуживающего персонала;
- нарушения правил охраны труда, организации и проведении погрузочно-разгрузочных, ремонтных работ, транспортировки и использовании АХОВ (30 %);

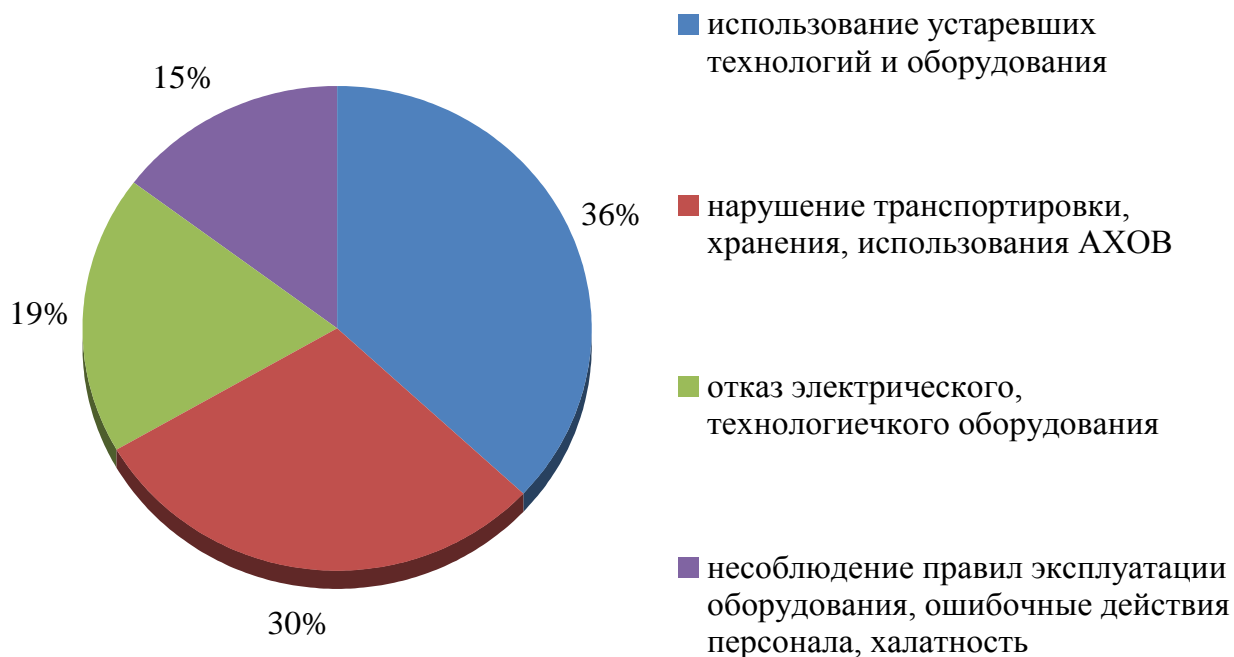


Рисунок 1 – Характер аварий на предприятиях с АХОВ

- несоблюдение правил эксплуатации оборудования, ошибочные действия персонала, халатность рабочих (15 %);
- отказ электрического, технологического оборудования на участках применения АХОВ (19 %);

- нарушения технологического режима;
- ошибки в проектировании и строительстве химпредприятий, складов АХОВ.

Для любой аварии должны быть комплексные решения и средства для быстрой ее ликвидации с минимальными потерями и затратами. Для этого все разрабатываемые решения обязаны предусматривать прогнозирование возможных возникновений аварийных ситуаций. Приоритетным направлением является предупреждение развития аварийных ситуаций, направленных на повышение безопасности, в том числе выявление и мониторинг аварийных ситуаций; информирование, обучение техперсонала; разработка методов и средств, позволяющих уменьшить риск возникновения аварий [12].

На современном уровне организации и управления производством должны быть учтены новые подходы к решению задач управления технологическими процессами и производствами. Применены новые информационные технологии, позволяющие учитывать возможный ущерб для человека и окружающей среды.

Существует два направления для снижения вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных теплоэнергетических объектах. Первое направление – разработка технических, организационных мероприятий по снижению вероятности возникновения опасных ЧС. Для этого используются защитные устройства на всех системах – средства взрыво-, пожаро-, электро - и молниезащиты, локализации и тушения пожаров.

Второе направление – это подготовка объекта, обслуживающего и рабочего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях возникновения ЧС. Формирование плана действий в ЧС, для создания которых должны быть разработаны сценарии возможных аварий на конкретных объектах. Для чего необходимо иметь статистические данные о химических и физических явлениях, прогнозировать размер и степень поражения определенного объекта при воздействии на него поражающих факторов.

В июле 2011 г. Государственной Думой РФ принят Федеральный Закон «О Безопасности объектов топливно-энергетического комплекса». Федеральный Закон устанавливает организационные и правовые основы в сфере обеспечения безопасности объектов топливно-энергетического комплекса в РФ, определяет полномочия федеральных органов государственной власти и органов государственной власти субъектов РФ в указанной сфере, а также права, обязанности и ответственность физических и юридических лиц, владеющих на праве собственности или ином законном праве объектами топливно-энергетического комплекса.

## 2 Описание предприятия

2.1 Краткая географическая и социально-экономическая характеристика ТЭЦ ОАО «Юргинский машзавод» и оценка возможной обстановки на его территории

2.1.1 Краткая географическая характеристика ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

Город Юрга находится на расстоянии 102 км к северо-западу от областного центра – г. Кемерово.

ТЭЦ расположена на территории ООО «Юргинский машзавод» в г. Юрга Кемеровской области, в северной части города в районе железнодорожной станции «Юрга-1» к югу от Западно-Сибирской магистрали (расстояние 0,5–1 км). Занимаемая площадь составляет 1,86 км<sup>2</sup>. Рельеф территорий размещения ровный, уклон менее 1 градуса. Грунтовые воды располагаются на глубине 3,75 м.

На территории отсутствуют ручьи, малые реки, овраги и другие водостоки, которые могут создать опасность быстрого стока химически опасных веществ.

2.1.2 Сведения о природно-климатических условиях в районе расположения промышленного объекта

Территория Кемеровской области относится к 1В климатическому району. Климат Кемеровской области резко континентальный. От ветров с востока и юга она защищена горами, но открыта потокам с севера и с запада. Западные ветры с Атлантики летом приносят прохладную дождливую погоду, а зимой – снег и метели. Арктические вторжения приносят похолодания в

течение всего года. Зима в Кемеровской области холодная и продолжительная, а лето – теплое и короткое.

Зима продолжается 5 месяцев – с ноября по март. Самый холодный месяц – январь, со средней температурой минус 17 градусов. Лето достаточно теплое и короткое – с июня по август. Самый теплый месяц – июль, с температурой плюс 19 градусов. Среднегодовое количество осадков по области составляет около 500 мм. Причем наибольшее количество выпадает в июне-июле, а наименьшее – в феврале-марте.

Основные неблагоприятные погодные явления на территории размещения ТЭЦ: ливневые дожди, повышенные (до 30 м/с) ветровые нагрузки, обильные снегопады, сильные (до -50° С) морозы, грозовые разряды. Атмосферные осадки распределяются неравномерно.

На территории области возможны землетрясения интенсивностью 5–6 баллов по шкале MSK-64 (ORS-97). Однако статистические данные указывают на минимальный риск их возникновения.

### 2.1.3 Размеры и границы территории

Территория ООО «Юргинский машзавод» составляет около 2298000 м<sup>2</sup>. Территория размещения ТЭЦ в составе ООО «Юргинский машзавод» составляет около 22500 м<sup>2</sup>.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» предприятие автомобильной промышленности относится ко 2 классу опасности с размером нормативной санитарно-защитной зоной 500 м. В соответствии с этим, размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) для ООО «Юргинский машзавод», составляет 500 м.

ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» находится в непосредственной близости от населенного пункта г. Юрга Кемеровской области. Основная часть города расположена южнее завода на расстоянии 1,0–1,5 км.

Расстояние от ТЭЦ до водного объекта – реки Томь составляет около 800 м.

Рядом с ООО «Юргинский машзавод» особо охраняемых и запретных зон нет.

#### 2.1.4 Краткое описание производства химподготовки воды на ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

Требования к качеству потребляемой воды на ТЭЦ очень высокие и основываются на установленных нормах «Правил технической эксплуатации электрических станций» РД 34.20.501-95. Вода, получаемая из реки Томь, после химической обработки превращается в готовый продукт – химически очищенную воду с заданными показателями качества.

Согласно проекта принято 4 схемы химподготовки воды:

1. Схема химического обессоливания используется для питания котлов высокого давления № 4, 5 БКЗ-220-100ЖШ производительностью 216 т/час. В отопительный период с сентября по май химобессоленной водой подпитываются все энергетические котлы (среднего и высокого давления) I и II очереди.

2. Двухступенчатого натрий катионирования используется для питания котлов среднего давления «Саймен Карвес» производительностью 180 т/час. По данной схеме работают только на котлы среднего давления (летний период июнь – август).

3. Схема натрий катионирования – умягчение используется для подпитки теплосети – отопление горячего водоснабжения города и завода производительностью – 700 т/час.

4. Очистка замасленного конденсата с производства. Производительность 60 т/час.

Вся поступающая в химический цех вода подвергается предочистке. Предочистка предназначена для коагуляции исходной воды в весеннее-осенний

паводковый период, очистка от механических и коллоидных загрязнений. В качестве коагулянта применяется сернокислый алюминий:

- доза коагулянта зависит от качества исходной воды (щелочности, содержания органических и взвешенных веществ, солевого состава);
- для ускорения процесса коагуляции применяется флокулянт – полиакриламид (ПАА);
- щелочь применяется для повышения щелочности исходной воды необходимой для коагуляции.

## 2.2 Краткая характеристика опасности промышленного объекта

Аварийные ситуации в зависимости от масштаба определяются уровнем аварийных ситуаций («А», «Б», «В»):

- на уровне «А» аварийная ситуация характеризуется развитием в пределах одного объекта (цеха), являющегося структурным подразделением организации;
- на уровне «Б» аварийная ситуация характеризуется переходом за пределы одного объекта (цеха) и развитием ее в пределах организации;
- на уровне «В» аварийная ситуация характеризуется развитием и выходом за пределы территории организации, возможностью воздействия поражающих факторов на население близлежащих населенных пунктов и другие организации (объекты), а также окружающую природную среду.

### 2.2.1 Химический цех ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

Согласно Свидетельству о регистрации в Государственном реестре опасных производственных объектов ООО «Юргинский машинный завод» № А68-01698 химический цех ТЭЦ имеет регистрационный номер А68-01698-0014 и относится ко II классу опасности.

Основные составляющие химического цеха ТЭЦ приведены в Приложении Б.

Сведения об использовании опасных веществ, обращающихся в химическом цехе ТЭЦ, приведены в Приложении В.

Основные свойства опасных веществ:

1. Серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (94–98 %) – сильная двухосновная кислота, отвечающая высшей степени окисления серы (+6). Класс опасности – 2.

При обычных условиях чистая 100% серная кислота – тяжёлая маслянистая жидкость без цвета и запаха, с кислым «медным» вкусом, застывающая в кристаллическую массу при  $t = +10,3^\circ \text{C}$ ,  $t_{\text{кипения}} = +296,2^\circ \text{C}$  (с разложением). 95 % кислота затвердевает при  $t = -20^\circ \text{C}$ . Плотность =  $1,92 \text{ г/см}^3$ .

Концентрированная серная кислота – сильный окислитель. Крепкая (выше 75 %) серная кислота не действует на железо, что позволяет хранить и перевозить её в стальных цистернах.

Серная кислота смешивается с водой во всех соотношениях. Концентрированная серная кислота является сильным окислителем. Разбавленная серная кислота взаимодействует со всеми металлами, находящимися в электрохимическом ряду напряжений левее водорода (H), с выделением  $\text{H}_2$ , окислительные свойства для нее нехарактерны. Крепкая серная кислота энергично поглощает влагу и применяется для осушки газов.

2. Едкий натр (каустическая сода)  $\text{NaOH}$  (44–46 %) – сильное основание, относится к едким щелочам, жадно поглощает из атмосферного воздуха воду с образованием гидратов и выделением большого количества тепла, углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) – с образованием карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), сернистый ( $\text{SO}_2$ ) – с образованием сульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ) – с образованием сульфида натрия ( $\text{Na}_2\text{S}$ ), диоксид азота – с образованием нитрата ( $\text{NaNO}_3$ ) и нитрита ( $\text{NaNO}_2$ ) натрия. Водные растворы имеют сильнощелочную реакцию. Растворимость гидроксида натрия в воде при  $20^\circ \text{C}$  составляет 109 г  $\text{NaOH}$  в 100 г воды. Со спиртами образует алкоголяты. С кислотами взаимодействует с образованием солей (реакции нейтрализации).



3. Аммиачная вода (аммиак водный технический марки А)  $\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$  (22–25 %) – негорючая и невзрывоопасная жидкость. Однако при дегазации пары аммиака способны создать в помещении взрывоопасные концентрации. Газообразный аммиак, выделяющийся из водного аммиака, при нормальных условиях - газ с резким запахом, взрывоопасен, токсичен и горюч.

При обычных аммиачная вода условиях прозрачная бесцветная жидкость с резким характерным запахом. Плотность =  $(0,910 \div 0,930) \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

Реакционноспособное соединение. Распространенный тип реакций присоединения – образование аммиакатов при действии газообразного или жидкого аммиака на соли. Аммиак реагирует с серой, галогенами, углем,  $\text{CO}_2$  и др.

Контакт с ртутью, аммиаком, бромом, йодом, кальцием, окисью серебра может привести к образованию взрывчатых веществ

#### 2.2.2 Краткая характеристика химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

Химический цех предназначен для получения, разгрузки, хранения и подачи реагентов (раствора серной кислоты и раствора натра едкого) на водоподготовительную установку (ВПУ) для регенерации ионитовых фильтров растворами серной кислоты и натра едкого.

Доставка реагентов (раствора серной кислоты и раствора натра едкого) предусмотрена в железнодорожных цистернах грузоподъемностью 60 т.

Для обеспечения круглосуточной работы ВПУ и бесперебойного обслуживания фильтров, предусмотрен постоянный запас реагентов (раствора серной кислоты концентрацией 94–98 % и раствора натра едкого концентрацией 44–46 %). Для хранения последних предназначены баки-хранилища концентрированных жидких реагентов. Для хранения каждого из реагентов предусмотрено по 3 бака-хранилища, один из которых предназначен для выгрузки в него реагента из вновь поступившей железнодорожной

цистерны, второй бак используется для как расходный, третий бак используется как резервный (пустой) для слива реагента в аварийной ситуации при разгерметизации заполненного бака.

Сведения о распределении опасных веществ по технологическому оборудованию химцеха приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сведения о распределении опасных веществ по технологическому оборудованию химического цеха ТЭЦ

Наименование опасного вещества	Наименование оборудования, в котором обрабатывается опасное вещество	Количество опасного вещества	
		Объем, м <sup>3</sup>	Масса, т
Бак-хранилище	Раствор натра едкого (44–46 %) по ГОСТ Р.55064-2012	100	147,79
Бак-хранилище		100	147,79
Бак-хранилище		100	147,79
Бак-хранилище	Серная техническая кислота (94–98 %) по ГОСТ 2184-77	50	91,78
Бак-хранилище		50	91,78
Бак-хранилище		50	91,78
Бак-хранилище	Аммиачная вода (22–25 %) по ГОСТ 3760-79	5	4,65
Бак-хранилище		2	1,86
Наземный участок трубопровода от железнодорожной цистерны до насоса Ду 89×5 длиной 12,0 м	Серная техническая кислота (94–98 %) по ГОСТ 2184-77 / Раствор натра едкого (44–46 %) по ГОСТ Р.55064-2012	0,0166	0,03
Наземный участок трубопровода от насоса до баков- хранилищ Ду 108×5 длиной 31,5 м	Серная техническая кислота (94–98 %) по ГОСТ 2184-77	0,0656	0,12
Наземный участок трубопровода от железнодорожной цистерны до насоса Ду 89×5 длиной 12,0 м	Раствор натра едкого (44–46 %) по ГОСТ Р.55064-2012	0,0166	0,0245
Наземный участок трубопровода от насоса до баков- хранилищ Ду108×5 длиной 26,0 м	Раствор натра едкого (44–46 %) по ГОСТ Р.55064-2012	0,0541	0,08

Продолжение таблицы 1

Наименование опасного вещества	Наименование оборудования, в котором обрабатывается опасное вещество	Количество опасного вещества	
		Объем, м <sup>3</sup>	Масса, т
Железнодорожная цистерна	Серная техническая кислота (94–98 %) по ГОСТ 2184-77	32,69	60
Железнодорожная цистерна	Раствор натра едкого (44–46 %) по ГОСТ Р.55064-2012	40,60	60
Автомобильная цистерна	Аммиачная вода (22–25 %) по ГОСТ 3760-79	4	3,72

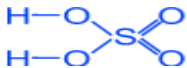
### 2.2.3 Степень опасности и характер воздействия веществ на организм человека, индивидуальные средства защиты

Опасными веществами, обращающимися в оборудовании химического цеха являются:

- 94–98 % раствор серной кислоты;
- 44–46%раствор натра едкого;
- 22–25% раствор аммиачной воды.

Коррозионная активность: серная кислота сильный окислитель, вступает в реакцию со всеми металлами, кроме нержавеющей стали. Углеродистые стали не устойчивы в растворах  $H_2SO_4$  концентрации ниже 65 %. Повышение температуры интенсифицирует процесс коррозии, с повышением концентрации кислоты до 75 % и выше скорость коррозии снижается и устанавливается на уровне 0,1 мм/год; углеродистые стали подвержены интенсивной коррозии в случае разбавления кислоты. Так, в стальных не футерованных хранилищах раствора серной кислоты наблюдается интенсивная коррозия корпуса при частых опорожнениях так, как остающаяся на стенках кислота, сорбируя влагу воздуха, разбавляется.

Таблица 2 – Основные сведения об опасностях раствора серной кислоты

Наименование параметра	Значение параметра
Наименование вещества	Кислота серная техническая
Вид	При обычных условиях концентрированная серная кислота – тяжёлая маслянистая жидкость без цвета и запаха, с кислым «медным» вкусом.
Химическая формула	$H_2SO_4$
Состав	
Физические свойства:	
Молекулярный вес	$98,078 \pm 0,006$ г/моль
Температура кипения	$279,6$ °C
Плотность	$1,8356$ г/см <sup>3</sup>
Температура кипения, (при давлении 101 кПа)	$279,6$ °C
Взрывоопасность	Серная кислота взрывопожаробезопасна
Токсическая опасность	Серная кислота токсична. По степени воздействия на организм относится к веществам 2-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007.
ПДК в воздухе рабочей зоны	$1,0$ мг/м <sup>3</sup>
ПДК в атмосферном воздухе (по аммиаку): - максимальная разовая - среднесуточная	 - $0,3$ мг/м <sup>3</sup> - $0,1$ мг/м <sup>3</sup>
Пороговая токсодоза LC50 (экспозиция 60 минут)	$0,008$ мг/л
Класс опасности	2
Направленность воздействия	Раздражающее, прижигающее
Реакционная способность	Смешивается с водой и серным ангидритом ( $SO_3$ ) во всех соотношениях; концентрированная серная кислота взаимодействует почти со всеми металлами и, в зависимости от концентрации $H_2SO_4$ и температуры, может восстанавливаться до сер-нистого газа ( $SO_2$ ), серы (S) и сероводорода ( $H_2S$ ); разбавленная серная кислота взаимодействует со всеми металлами электрохимического ряда левее водорода с выделением газообразного водорода ( $H_2$ ); при взаимодействии с различными оксидами серная кислота образует сульфаты.

Коррозионная стойкость свинца обуславливается в основном образованием на поверхности металла защитного слоя («экрана») сульфата свинца ( $\text{PbSO}_4$ ), нерастворимого в воде и в раствора серной кислоте умеренной концентрации. Титан в раствора серной кислоте стоек лишь при концентрациях ниже 5 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и температуре до 40 °С. Легированные стали и хромоникель-молибденовые стали с присадкой титана стойки и понижено стойки (скорость коррозии менее 1 мм/год) в раствора серной кислоте концентрацией ниже 15 и выше 65–70 % при температуре до 40–60 °С.

Меры предосторожности: при работе с раствором серной кислоты необходимо применять: костюм из кислотозащитной ткани, прорезиненный фартук, резиновые кислотощелочестойкие сапоги и перчатки, кислотозащитные рукавицы, защитные герметичные очки или щиток из оргстекла, фильтрующие противогазы марок В (фильтрующая коробка желтого цвета), БКФ (фильтрующая коробка защитного цвета с белой вертикальной полосой), М (фильтрующая коробка красного цвета) или шланговые противогазы ПШ-1, ПШ-3. В аварийных случаях в помещениях необходимо обеспечить непрерывную работу приточно-вытяжной вентиляции.

Воздействие на людей и окружающую среду, в том числе от поражающих факторов аварии: серная кислота – чрезвычайно агрессивное вещество, токсична. Поражает дыхательные пути, при попадании на кожу, слизистые оболочки вызывают ожоги. В результате возникают затруднение дыхания, кашель, нередко ларингит, трахеит, бронхит. Химический ожог кожи: при попадании на кожу наступает коагуляционный некроз тканей. В ближайшие дни образуется сухой струп. Глубина поражения обычно выявляется лишь через 7–10 дней после травмы, когда начинается нагноение струпа. Симптомы: при химических ожогах кожи всегда имеются интенсивные боли в поражённой области. По степени тяжести поражения тканей ожоги обычно делятся на четыре степени: I степень – эритема кожи. II степень – образование пузырей. III степень – образование кожных некрозов. IV степень – некроз глубже лежащих тканей. Ожоги I степени опасны, если повреждено

более половины поверхности тела; ожоги II степени опасны при повреждении  $\frac{1}{3}$  поверхности тела; ожоги III степени – при повреждении менее  $\frac{1}{3}$  поверхности тела. При тяжёлых и обширных ожогах развивается шок, и обычно наблюдаются тяжёлые длительные нарушения общего состояния организма, определяемые, как ожоговая болезнь. При ожоговой болезни обычно страдают также внутренние органы (сердце, сосуды, почки, печень), центральная нервная система, а при ожогах головы и туловища могут возникнуть менингит и плеврит. Кислота вызывает быстрое свёртывание белков и образование на коже, конъюнктиве и роговице коагуляционного некроза (струпа), отторжение которого от здоровых тканей намечается в первые часы после ожога. Симптомы: резкая боль в глазах, слезотечение, отёк век и конъюнктивы, при более тяжёлых ожогах резко снижается зрение. По тяжести повреждения различают четыре степени ожогов век, конъюнктивы и роговицы. При ожогах I степени (лёгкие ожоги) наблюдается гиперемия и припухлость кожи век, гиперемия конъюнктивы век, сводов и глазного яблока, поверхностные эрозии роговицы. При ожогах II степени (ожоги средней тяжести) наблюдаются образование пузырей на коже век. Отёк и поверхностный некроз слизистой оболочки с наличием легко снимаемых беловатых плёнок, поверхностное повреждение роговицы (наряду с повреждением эпителия имеется поражение поверхностных слоев стромы роговицы). Ожоги III степени (тяжёлые ожоги) характеризуются некрозом эпидермиса и более глубоких слоев кожи, конъюнктивы и роговицы. Обожжённые участки кожи покрыты тёмно-серым струпом, слизистая оболочка имеет вид серовато-белого или желтоватого струпа. В роговице некроз эпителия, стромы; роговица напоминает матовое стекло. При ожогах IV степени (особо тяжёлые ожоги) развиваются глубокий некроз или обугливание всех тканей век, некроз конъюнктивы и склеры; поражаются все слои роговицы, которая приобретает вид фарфорово-белой пластинки. К ожогам IV степени относят случаи с глубоким некрозом, охватывающим более половины века, конъюнктивы, склеры, роговицы и области лимба. В случае

повреждения меньше половины поверхности этих тканей ожог относят к III степени. При поражении всех слоев роговицы может наступить прободение её. Ожоги приводят к различной степени понижения зрения вплоть до слепоты. Химические ожоги носа и ушей: симптомы – смотреть химические ожоги кожи.

Химические ожоги глотки, гортани и пищевода – очень опасны, так как могут привести к отёку и стенозу гортани и удушью вследствие обширных реактивных изменений слизистой оболочки. В зависимости от количества проникшей внутрь кислоты и её концентрации в пищеводе возникают катаральные или некротические явления. В последнем случае некроз слизистой оболочки ведет к прободению стенки пищевода, медиастиниту и нередко к смерти. Симптомы: возникают редчайшие боли во рту, глотке, за грудиной, нередко и в верхней части живота. Отмечаются ожоги кожи лица (не всегда), ожоги слизистой оболочки рта (нередко редчайший отёк и гиперемия), усиленная саливация, затруднённое дыхание, повторная рвота, обычно с примесью крови. В дальнейшем отмечаются ожоговая астения, потеря массы тела, нарушение белкового и водноэлектронного баланса. Смертельная доза при попадании внутрь 5–10 мл. При низкой относительной влажности воздуха аэрозоль раствора серной кислоты может длительное время находиться в воздухе, а при высокой влажности - оседать на поверхности.

Средства защиты: все работающие должны быть обеспечены специальной одеждой (суконный кислотостойкий костюм) и индивидуальными средствами защиты (противогаз с коробкой марки «БКФ», рукавицы, перчатки, очки для защиты глаз). При разливе кислоты – защитный прорезиненный костюм, резиновые сапоги, резиновые перчатки, защитные очки, щиток из оргстекла, противогаз. При содержании вредных веществ в воздухе рабочей зоны менее ПДК – противогаз с коробкой марки «БКФ».

Методы перевода вещества в безвредное состояние: нейтрализацию раствора серной кислоты проводить известью, содой или другими щелочными реагентами, собрать отходы, в том числе нейтрализованную массу и отправить на захоронение на полигон хранения промышленных отходов.

Меры первой помощи пострадавшим от воздействия поражающих факторов при аварии: при химическом ожоге кожи: обильное промывание обожжённой поверхности кожи водой. На пораженную поверхность накладывают асептические повязки или, по возможности фибринную плёнку. В тяжёлых случаях пострадавших немедленно отправляют в лечебное учреждение. При задержке или невозможности в ближайшее время эвакуировать пострадавших при ожогах II–IV степени окружающую кожу очищают тампонами, смоченными 0,5 % раствором нашатырного спирта: удаляют обрывки эпидермиса. Крупные пузыри не трогают. Нагноившиеся пузыри срезают полностью. Загрязнённые участки очищают тампонами, смоченными перекисью водорода. Раненую поверхность осторожно осушают и покрывают стерильной повязкой с масляно-бальзамической или же со стрептоцидной эмульсией, или с 0,2 % фурацилиновой мазью [26].

Номенклатура инструмента, материалов, приспособлений и средств индивидуальной защиты персонала химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» Приложение Г.

#### 2.2.4 Определение сценариев аварий с участием опасных веществ

Краткое описание сценариев наиболее вероятных аварий и наиболее опасных по последствиям аварий химцеха ТЭЦ приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Краткое описание сценариев наиболее вероятных аварий с проливом раствора серной кислоты

Номер сценария	Краткое описание сценариев аварий
Сценарий С1-1	Разгерметизация бака-хранилища объемом 50 м <sup>3</sup> с раствором серной кислоты (94–98 %) → пролив концентрированной раствора серной кислоты → образование пролива концентрированной раствора серной кислоты в пределах площадки → образование зон поражения человека аэрозолем → попадание персонала в зоны поражения → химические ожоги и токсическое поражение людей.



Продолжение таблицы 3

Сценарий С1-2-1	Малая утечка из наземного участка трубопровода с раствора серной кислотой (94–98 %) от железнодорожной цистерны до насоса Ду 89×5 длиной 12,0 м → пролив концентрированной раствора серной кислоты → образование пролива концентрированной раствора серной кислоты в пределах забетонированного лотка → образование зон поражения человека аэрозолем → попадание персонала в зоны поражения → химические ожоги и токсическое поражение людей.
Сценарий С1-2-2	Малая утечка из наземного участка трубопровода с раствора серной кислотой (94–98 %) от насоса до баков-хранилищ Ду 108×5 длиной 31,5 м → пролив концентрированной раствора серной кислоты → образование пролива концентрированной раствора серной кислоты в пределах забетонированного лотка → образование зон поражения человека аэрозолем → попадание персонала в зоны поражения → химические ожоги и токсическое поражение людей.
Сценарий С1-3	Разгерметизация с последующим истечением жидкости насоса Х 90/33 перекачки раствора серной кислоты (94–98 %) → пролив концентрированной раствора серной кислоты → образование пролива концентрированной раствора серной кислоты в пределах помещения кислотно-щелочного хозяйства → образование зон поражения человека аэрозолем → попадание персонала в зоны поражения → химические ожоги и токсическое поражение людей.
Сценарий С1-4	Разрушение железнодорожной цистерны для перевозки раствора серной кислоты (94–98 %) → пролив раствора серной концентрированной кислоты → образование пролива концентрированной раствора серной кислоты в пределах площадки слива → образование зон поражения человека аэрозолем → попадание персонала в зоны поражения → химические ожоги и токсическое поражение людей.

### 3 Расчет химической обстановки при разгерметизации бака-хранилища с серной кислотой

#### 3.1 Обоснование применяемых физико-математических моделей и методов расчета с оценкой влияния исходных данных на результаты анализа риска аварии

Аварии с проливом раствора серной кислоты.

Серная кислота, являясь малолетучей жидкостью, не создает поражающих концентраций пара в воздухе за счет естественного испарения. Данное вещество обладает резко выраженным раздражающим и прижигающим действием. В случае многотонных неконтролируемых выбросов и диспергирования в окружающую среду серная кислота может вызвать тяжелые химические ожоги кожных покровов, глаз и верхних дыхательных путей с возможным смертельным исходом среди персонала.

В качестве возможных последствий развития аварий в химическом цехе ТЭЦ приняты:

- интоксикация при ингаляционном воздействии паров и аэрозоля;
- химические ожоги незащищенных участков тела при кожно-резорбтивном воздействии капель и грубодисперсного аэрозоля.

Серная кислота не входит в перечень аварийно химически опасных веществ, определенных Ростехнадзором и МЧС России. С целью идентификации степени токсической опасности ингаляционного воздействия паров  $H_2SO_4$  на производственный персонал и население при аварийных выбросах проведем анализ основных физико-химических свойств раствора серной кислоты.

Способность ядовитых веществ создавать поражающие концентрации в атмосферном воздухе определяют во многом такие параметры, как температура кипения ( $t_{\text{кип}}$ ), давление насыщенного пара ( $p_i$ ), интенсивность испарения ( $\sigma$ ) и летучесть (максимальная концентрация пара,  $C_{\text{max}}^t$ ).

Данные параметры приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Физические и физико-химические параметры раствора серной кислоты

Температура кипения ( $t_{\text{кип}}$ ), °C	Максимальная концентрация пара ( $C_{\text{max}}^{20^\circ\text{C}}$ ), мг/м <sup>3</sup>		Давление насыщенного пара ( $p^{20^\circ\text{C}}$ ), Па	Интенсивность испарения ( $\sigma$ ), кг/ч м <sup>2</sup>
	в закрытых помещениях	на открытой местности		
330	5,03	0,5	0,125	$8,8 \cdot 10^{-5}$

Характер изменения максимальной концентрации пара раствора серной кислоты в зависимости от температуры окружающего воздуха в закрытых помещениях и на открытой местности показан на рисунке 2.

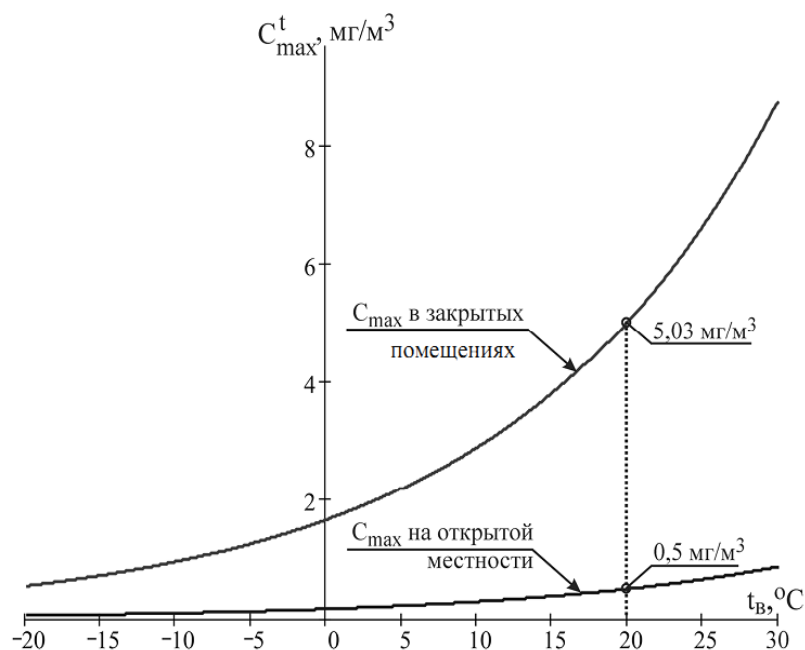


Рисунок 2 – Характер изменения максимальной концентрации пара раствора серной кислоты в зависимости от температуры окружающего воздуха

Оценка поражающего действия раствора серной кислоты. Если относительная летучесть опасного вещества меньше 10, то наличием паров в атмосферном воздухе можно пренебречь. В этой связи, при оценке поражающего воздействия опасного вещества на человека, учитывается наличие в воздухе только аэрозоля (морось, туман). Если относительная

летучесть опасного вещества лежит в пределах от 10 до 50, то учитывается наличие в воздухе паров и аэрозоля. При относительной летучести более 50 учитываются только пары.

Максимальная концентрация на открытой местности, создаваемая парами раствора серной кислоты при атмосферном давлении и температуре кипения 330 °С, не превышает 0,5 мг/м<sup>3</sup> (при  $t_{\text{возд.}} = 20\text{ °C}$ ), то есть всего 0,5 ПДК H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ПДК раствора серной кислоты в воздухе рабочей зоны составляет 1 мг/м<sup>3</sup>), а при аварийных выбросах в закрытых помещениях (при отсутствии вентиляции) около 5 мг/м<sup>3</sup> (при  $t_{\text{возд.}} = 20\text{ °C}$ ), то есть 5 ПДК.

Таким образом, для концентрированной технической раствора серной кислоты (92,5–94 0%), обращающейся в оборудовании химического цеха, относительная летучесть не превышает  $F_{20^{\circ}\text{C}}^{\text{H}_2\text{SO}_4} < 10$ , рисунок 3.

Следовательно, техническая серная кислота, являясь малолетучей жидкостью, не создает поражающих концентраций пара в воздухе за счет естественного испарения.

Таким образом, пути воздействия паров раствора серной кислоты при кратковременном (аварийный период) вдыхании испарившейся кислоты не являются летально-опасными и даже опасными по условию длительного расстройства здоровья.

Аэрозольный путь воздействия раствора серной кислоты является существенно более опасным. Ингаляционная токсичность аэрозоля раствора серной кислоты зависит как от степени ее концентрации в объеме воздуха, так и от дисперсности – размера частиц H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Размеры частиц в аэрозолях изменяются в очень широких пределах – от 10–8 мкм до нескольких мм. Диспергирование H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с диаметрами частиц менее 10 мкм при аварийном выбросе в окружающее пространство может возникнуть при высоких перепадах давлений в оборудовании и среде, куда происходит истечение (до 6 МПа и выше), либо в случае разрушения емкости с H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в результате взрыва.

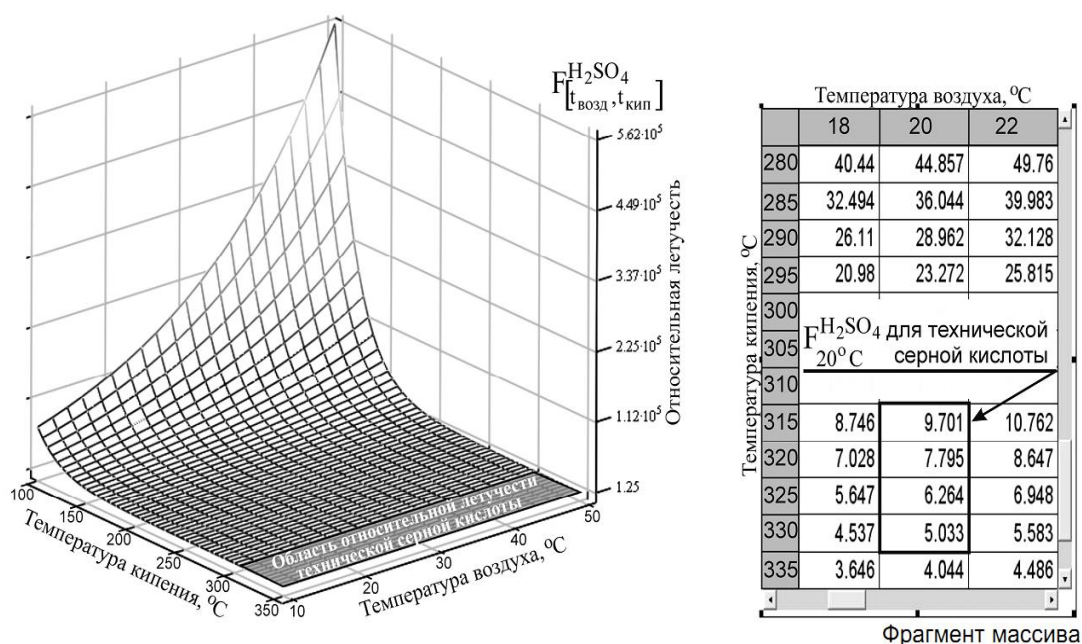


Рисунок 3 – Характер изменения относительной летучести раствора серной кислоты в зависимости от температуры кипения и температуры окружающего воздуха

Учитывая, что вероятность взрыва внутри резервуара с раствора серной кислотой пренебрежимо мала, при возможном аварийном разрушении емкости хранения раствора серной кислоты и практически мгновенном «обрушении» столба жидкости на подстилающую поверхность поддона, происходит разбрызгивание  $H_2SO_4$  с образованием сравнительно грубодисперсного аэрозоля (мороси) с диаметрами частиц от нескольких мм до 10 мкм.

Максимальное число капель имеют диаметр 100–150 мкм. Образовавшееся облако жидкого аэрозоля подхватывается воздушным потоком и, двигаясь вместе с ним, достаточно быстро рассеивается в результате оседания частиц  $H_2SO_4$  на поверхность земли.

Основываясь на эмпирических данных, принята регрессионная модель скорости оседания частиц грубодисперсного аэрозоля  $H_2SO_4$  в функции размера этих частиц  $V_{oc}(m) = a + b \cdot m$ , где  $m$  – размер частиц аэрозоля;  $a$  и  $b$  – параметры регрессионной модели.

Глубина  $L$  распространения образовавшегося облака грубодисперсного аэрозоля  $H_2SO_4$  с учетом полученной регрессионной модели описывается

предложенной нами зависимостью  $L = f(V_{oc}(m), H_{сж}) \uparrow_{(P_o, t_a, v_v) = const}$ , где  $V_{oc}(m)$  – скорость оседания частиц аэрозоля в функции размера данных частиц ( $m$ ) при фиксированных значениях атмосферного давления ( $P_o$ ), температуры атмосферного воздуха ( $t_a$ ) и скорости приземного ветра ( $v_v$ );  $H_{сж}$  – средняя высота механического измельчения (диспергирования)  $H_2SO_4$  в результате «обрушения» столба жидкости на подстилающую поверхность.

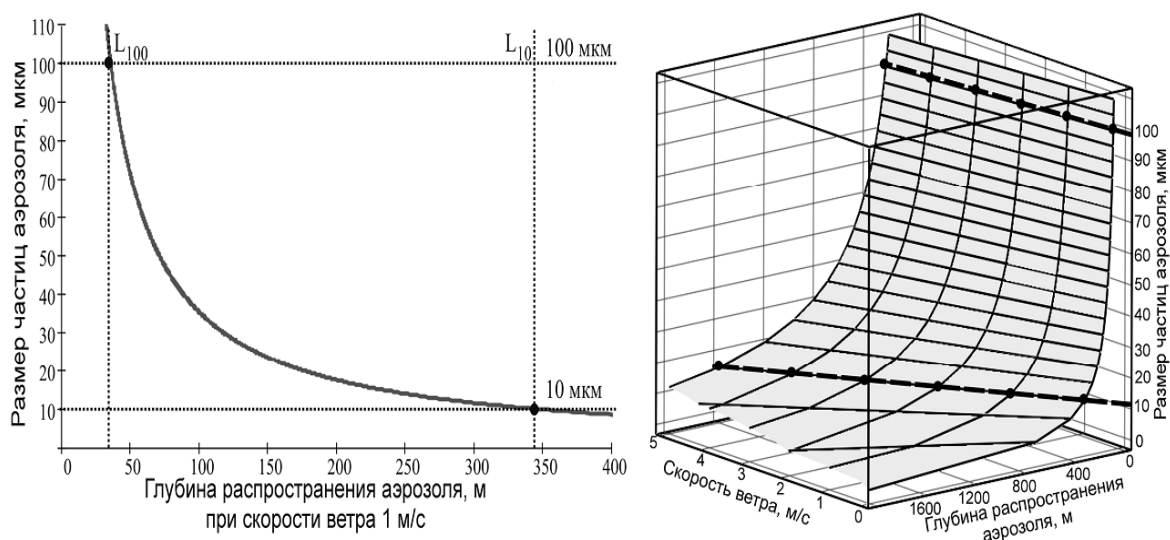


Рисунок 4 – Глубина распространения дисперсного аэрозоля  $H_2SO_4$  в зависимости от размеров частиц и скорости приземного ветра

Глубина распространения аэрозоля существенно зависит от размера частиц и скорости приземного ветра. Данная зависимость для рассматриваемой высоты «обрушения» столба жидкости на подстилающую поверхность показана в качестве примера на рисунке 4.

Основываясь на сказанном, выделяются две характерные зоны поражения человека при аварийных выбросах раствора серной кислоты:

Первая зона. На расстоянии менее  $L_{100}$ , в непосредственной близости от места разлива раствора серной кислоты при квазимгновенном разрушении резервуара определяющим будет капельно-жидкое воздействие разбрызгиваемых капель раствора серной кислоты с диаметрами частиц  $d \geq 100$  мкм, а также воздействие потока растекающейся жидкости.

В этой зоне можно ожидать тяжелые химические ожоги кожных покровов и глаз с возможным смертельным исходом среди персонала.

Вторая зона. На расстоянии, превышающем  $L_{100}$  от места разлива раствора серной кислоты, формируется зона грубодисперсного аэрозоля (мороси) с диаметрами капель в пределах  $100 \text{ мкм} > d \geq 10 \text{ мкм}$ . По данным литературных источников частицы размером более 10 мкм задерживаются в верхних дыхательных путях, не достигая легких.

В этой зоне определяющим будет ингаляционно-капельное поражение человека, приводящее к химическим ожогам кожных покровов и глаз, прижиганию слизистой верхних дыхательных путей у персонала.

Разгерметизация резервуара или трубопровода и истечение из аварийного отверстия жидкости, находящейся в оборудовании при атмосферном давлении, не приведет к разбрызгиванию и формированию вне области разлива дисперсного облака взвешенных в воздухе частиц  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , что позволяет рассматривать ингаляционно-капельное поражение человека маловероятным при развитии аварии по данному сценарию.

Специфика поражения разбрызгиваемыми каплями и грубодисперсным аэрозолем  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – воздействие только на открыто расположенных в пределах зоны поражения людей [24].

Описанные выше методы анализа и количественной оценки уровня техногенной опасности химического хозяйства ТЭЦ позволяют аналитически оценить последствия аварийных выбросов раствора серной кислоты на технологических резервуарах и трубопроводах химического хозяйства ТЭЦ, в которых обращается серная кислота и выделить зоны повышенной опасности на территории предприятия.

### 3.2 Оценка количества серной кислоты, участвующей в аварии химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

Оценка количества серной кислоты, участвующей в аварии химического цеха ТЭЦ приведена в Приложении Д.

### 3.3 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов

При расчетах вероятных зон действия поражающих факторов аварии с разлитием жидкой фазы (раствор серной кислоты, раствор натра едкого, аммиачная вода) принималось, что происходит свободный разлив опасного вещества с толщиной слоя 0,05 м (грубое приближение без учета характеристик подстилающего слоя).

Опасность будет представлять как сама жидкость, способная образовывать гидродинамическую волну при разрушении бака-хранилища (раствор серной кислоты, раствор натра едкого), так, и раствор серной кислоты или раствор натра едкого, как вещества способные причинять химические ожоги. При проливе концентрированного раствора серной кислоты возможно образование зон токсического поражения аэрозолем.

Расчет вероятных зон действия поражающих факторов производился в соответствии с «Методикой моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ», утвержденной Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20.04.2015 г. № 158 [25].

По условиям хранения и при полной разгерметизации бака-хранилища серной кислоты с ее проливом определяем тип сценария аварийной ситуации локального характера.

Результаты расчетов вероятных зон действия поражающих факторов при авариях в химическом цехе ТЭЦ приведены в таблице 5.

Графическое представление последствий аварии приведено на рисунке 5.



Таблица 5 – Результаты расчетов зон действия поражающих факторов при аварии с проливом раствора серной кислоты в химическом цехе ТЭЦ

№ сценария	Количество опасного вещества	Площадь разлива, м <sup>2</sup>	Радиус зоны разлива, м	Радиусы зон токсического поражения, м	
				Первая зона	Вторая зона
Сценарий С1-1-1	50 м <sup>3</sup> (91,78 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)	221,9	15,85	43,4	383,4
Сценарий С1-2-1	0,0166 м <sup>3</sup> (0,03 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)	0,3	0,31	-	-
Сценарий С1-2-2	0,0656 м <sup>3</sup> (0,12 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)	0,13	0,20	-	-
Сценарий С1-3	7,5 м <sup>3</sup> (13,77 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)	В пределах помещения	-	-	-
Сценарий С1-4	32,69 м <sup>3</sup> (60 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)	653,8	14,43	19,43	389,43



Рисунок 5 – Графическое представление последствий аварии по сценарию С1-1

### 3.4 Оценка вероятности реализации аварийной ситуации с проливом серной кислоты и сценарий ее дальнейшего развития

Частота возникновения аварии с проливом серной кислоты в химическом цехе ТЭЦ представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Частота возникновения аварии с проливом серной кислоты

№ сценария	Тип отказа оборудования	Частота отказа, год <sup>-1</sup>
Сценарий С1-1	Разгерметизация бака-хранилища с раствором серной кислотой	$2,64 \cdot 10^{-4}$
Сценарий С1-2-1	Малая утечка из наземного участка трубопровода с раствора серной кислотой от железнодорожной цистерны до насоса Ду 89×5 длиной 12,0 м	$3,66 \cdot 10^{-5}$
Сценарий С1-2-2	Малая утечка из наземного участка трубопровода с раствора серной кислотой от насоса до баков-хранилищ Ду 108×5 длиной 31,5 м	$8,82 \cdot 10^{-5}$
Сценарий С1-3	Разгерметизация с последующим истечением жидкости насоса Х 90/33 перекачки раствора серной кислоты	$4,3 \cdot 10^{-3}$
Сценарий С1-4	Разрушение железнодорожной цистерны для перевозки раствора серной кислоты	$1,5 \cdot 10^{-6}$

Из приведенных данных видно, что наиболее вероятны аварии, связанные с разгерметизацией бака-хранилища с раствором серной кислоты.

Учитывая, что производственным процессом предполагается нахождение персонала в помещении химического цеха, прогнозируется, что риск гибели при аварии с проливом раствора серной кислоты, может быть подвержен только персонал, находящийся в момент аварии на открытой местности, например при проведении ремонтно-профилактических работ. Учитывая, что время проведения подобных работ не превышает 5 дней в год и проводится только в дневное время (т.е. не более 40 часов в год), вероятность нахождения 1 человека в зоне риска не превысит 0,0046, а для бригады из 3 человек (минимальное количество персонала для выполнения работ в резервуарном оборудовании) составит 0,0139.

Величина индивидуального риска смертельного поражения персонала химического цеха ТЭЦ в связи с аварией, связанной с проливом серной кислоты, приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Величина индивидуального риска смертельного поражения персонала в связи с аварией – проливом серной кислоты

№ сценария	Тип отказа оборудования	Величина инд.риска, год <sup>-1</sup>
Сценарий С1-1	Разгерметизация бака-хранилища с раствора серной кислотой	$1,6 \cdot 10^{-6}$
Сценарий С1-2-1	Малая утечка из наземного участка трубопровода с раствора серной кислотой от железнодорожной цистерны до насоса Ду 89×5 длиной 12,0 м	$1,68 \cdot 10^{-7}$
Сценарий С1-2-2	Малая утечка из наземного участка трубопровода с раствора серной кислотой от насоса до баков-хранилищ Ду 108×5 длиной 31,5 м	$4,05 \cdot 10^{-7}$
Сценарий С1-3	Разгерметизация с последующим истечением жидкости насоса Х 90/33 перекачки раствора серной кислоты	$1,78 \cdot 10^{-5}$
Сценарий С1-4	Разрушение железнодорожной цистерны для перевозки раствора серной кислоты	$6,9 \cdot 10^{-9}$

Величина коллективного риска смертельного поражения персонала химического цеха ТЭЦ в связи с аварией, связанной с проливом серной кислоты, приведена в таблице 8.

Наиболее опасной составляющей является открытая площадка хранения опасных веществ, на которой одновременно может находиться до 150 м<sup>3</sup> (275,34 т) 94–98 % раствора серной технической кислоты.

Частота возникновения аварии на открытой площадке склада готовой продукции составляет  $\sim 2,64 \cdot 10^{-4}$  год<sup>-1</sup>. Наибольшие показатели риска приходятся на аварии, связанные с разгерметизацией одной емкости с раствора серной кислотой.

Коллективный риск поражения персонала равен  $1,68 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>.

Опасность аварии в химическом цехе принята относительным сравнением с фоновым (среднеотраслевым) уровнем риска аварии, либо сравнением с критериями классификации аварийной опасности ОПО.

Рассчитанный индивидуальный риск для персонала не выходит за границы принятых в мировой практике допустимых рисков и значительно ниже фоновых показателей риска, связанных с обыденной жизнью человека в России (риск гибели человека от различных причин –  $1,6 \cdot 10^{-2}$  год<sup>-1</sup>).

Для персонала других структурных подразделений предприятия, близлежащих производственных объектов и населения индивидуальный риск существенно меньше фоновых значений [33].

Таблица 8 – Величина коллективного риска смертельного поражения персонала в связи с аварией – проливом серной кислоты

№ сценария	Тип отказа оборудования	Величина кол. риска, год <sup>-1</sup>
Сценарий С1-1	Разгерметизация бака-хранилища с раствором серной кислоты	$1,68 \cdot 10^{-6}$
Сценарий С1-2-1	Малая утечка из наземного участка трубопровода с раствора серной кислотой от железнодорожной цистерны до насоса Ду 89×5 длиной 12,0 м	$5,09 \cdot 10^{-7}$
Сценарий С1-2-2	Малая утечка из наземного участка трубопровода с раствора серной кислотой от насоса до баков-хранилищ Ду 108×5 длиной 31,5 м	$1,23 \cdot 10^{-6}$
Сценарий С1-3	Разгерметизация с последующим истечением жидкости насоса Х 90/33 перекачки раствора серной кислоты	$5,98 \cdot 10^{-5}$
Сценарий С1-4	Разрушение железнодорожной цистерны для перевозки раствора серной кислоты	$2,09 \cdot 10^{-8}$

### 3.5 Ситуационный план аварийной ситуации и основные опасности технологического объекта

Способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации аварийной ситуации на стадии разгерметизации бака-хранилища представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Способы и средства предупреждения, локализации и ликвидации аварийной ситуации на стадии разгерметизации бака-хранилища

Наименование, уровень и место аварийной ситуации	Опознавательные признаки аварийной ситуации	Оптимальные способы противоаварийной защиты (ПАЗ)	Технические средства (системы противоаварийной защиты, применяемые при подавлении и локализации аварий
Частичная разгерметизация бака серной кислоты V=50 м <sup>3</sup> на открытой площадке склада.	1.Резкий запах, течь кислоты по корпусу бака. 2.Наличие разлива кислоты на площадке склада.	1. Наличие автоматической системы обнаружения и контроля нет. 2.Визуальный осмотр баков хранилищ.	1. Запорная арматура. 2. Насос перекачки кислоты. 3. Переносной насос. 4. Герметичные хомуты. 5.Резиновые рукава. 6. Листовая резина ТМКЩ б-4.

#### Мероприятия по ликвидации аварии.

1 Оповещение персонала станции и завода находящегося на аварийном участке о возникновении аварии, согласно очередности в течение 5 минут с момента обнаружения.

2. Перекачка хим.реагентов в резервные баки, опорожнение аварийных емкостей, трубопроводов – 40–60 мин.

3. Оценка аварийной ситуации на месте возникновения аварии, уровень А переходящий в уровень Б.

4. Мобилизация транспортных средств в район, где произошла авария в зависимости от её масштаба 1–2 часа.

5. Формирование аварийной бригады – 1 час.

Действия персонала по локализации и ликвидации аварии представлены в Приложении К. Схема оповещения представлена в приложении Л.

Порядок действия сил и использования средств, взаимодействия с другими организациями по локализации и ликвидации аварии Приложение М.

Возникновение аварии связанной с разгерметизацией бака-хранилища серной кислоты в химическом цехе ТЭЦ влечет за собой ущерб здоровью и жизни людей, окружающей природной среде, потери материальных ценностей и затраты на проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Последствия аварийной ситуации имеют стоимостное выражение, характеризующее масштаб аварии и воздействие опасности на людей, окружающую среду, материальные ценности.

Экономический ущерб от аварии складывается из затрат на локализацию и ликвидацию последствий аварии, а также возмещения ущерба пострадавшим людям и экономике предприятия.

В результате аварии безвозвратные потери среди персонала составят 2 человека, количество людей получивших травмы различной степени тяжести составляют 15 человек. Поскольку рассматриваемая авария носит локальный характер, затраты на материально-техническое обеспечение рассчитываются только для спасательных формирований и на эвакуацию персонала с территории предприятия домой и в медицинские учреждения.

4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении аварии в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод». Расчет затрат на локализацию аварии и ликвидацию ее последствий

К основным показателям, составляющим затраты на ликвидацию аварии в химическом цехе ТЭЦ относятся:

- затраты на питание ликвидаторов аварии;
- затраты на оплату труда ликвидаторов аварии;

- затраты на единовременную и ежемесячные выплаты семьям погибших в результате аварии;
- затраты на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших;
- затраты на топливо и горюче-смазочные материалы;
- затраты на восстановление разрушенных объектов;
- амортизацию используемого оборудования, технических средств, аварийно-спасательного инструмента.

#### 4.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии

Затраты на питание рассчитывают, исходя из суточных норм обеспечения питанием спасателей, в соответствии с режимом проведения работ:

$$З_{\text{Псут}} = \sum (З_{\text{Псут } i} \times Ч_i), \quad (4.1)$$

где  $З_{\text{Псут}}$  – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

$З_{\text{Псут } i}$  – суточная норма обеспечения питанием, руб/(сут. на чел.);

$I$  – число групп спасателей, проводящих работы различной степени тяжести;

$Ч_i$  – численность личного состава формирований, проводящих работы по ликвидации последствий аварии.

Тогда, общие затраты на питание составят:

$$З_{\text{п}} = (З_{\text{Псут. спас.}} \cdot Ч_{\text{спас}} + З_{\text{Псут. др.ликв.}}) \cdot Д_{\text{н}}, \quad (4.2)$$

где  $Д_{\text{н}}$  – продолжительность ликвидации аварии, дней, в данном случае 1 день.

К работе в зоне аварии привлекается 26 человек из них 23 человека выполняют тяжелую работу, а остальные 3 человека – работу средней и легкой тяжести.

По формуле (2) рассчитываем, что затраты на питание личного состава формирований составят:

$$З_{\text{п}} = (41,64 \cdot 23 + 31,3 \cdot 3) \cdot 1 = 1051,62 \text{ рублей.}$$



Общие затраты на обеспечение питанием спасательных формирований составят 1051,62 рубля. Обеспечение питанием формирований РСЧС осуществляется в столовых и за счет средств ТЭЦ, на территории которой произошла авария.

Таблица 10 – Затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести

Наименование продукта	Работы средней тяжести		Тяжелые работы	
	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб/(чел.×сут.)	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб/(чел.×сут.)
Хлеб белый	400	5,85	600	8,77
Крупа разная	80	1,68	100	2,1
Макаронные изделия	30	0,96	20	0,64
Молоко и молокопродукты	300	3,3	500	7,00
Мясо	80	5,6	100	3,66
Рыба	40	2,44	60	0,90
Жиры	40	0,72	50	1,68
Сахар	60	1,44	70	5,50
Картофель	400	4,8	500	6,00
Овощи	150	3,75	180	4,50
Соль	25	0,28	30	0,33
Чай	1,5	0,47	2	0,63
Итого	-	31,3	-	41,64

#### 4.1.2 Расчет затрат на оплату труда ликвидаторов аварии

Расчет затрат на оплату труда проводят дифференцированно для каждой из групп участников ликвидации последствий аварии в зависимости от величины их заработной платы и количества отработанных дней.

Расчет суточной заработной платы участников ликвидации аварии проводят по формуле:

$$\text{ФЗП}_{\text{сут}i} = (\text{мес. оклад} / 30) \cdot 1,15 \cdot \text{Ч}_i, \quad (4.3)$$

где  $\text{Ч}_i$  – количество участников ликвидации ЧС  $i$ -ой группы.

Время ликвидации аварии составляет одни сутки для всех аварийно-спасательных формирований.

Таким образом, суммарные затраты на оплату труда всем группам участникам ликвидации последствий аварии составят (таблица 11):

$$\text{ФЗП} = \sum \text{ФЗП}_i = 3220 + 3680 + 3450 + 1035 + 437 = 11822 \text{ рублей.}$$

Таблица 11 – Затраты на оплату труда участников ликвидации последствий аварии связанных с разгерметизацией бака-хранилища

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел.	ФЗП <sub>сут.</sub> , руб./чел.	ФЗП за период проведения работ для i-ой группы, руб.
Личный состав химического цеха	14000	6	536,6	3220
Два звена НАСФ персонала ТЭЦ	12000	8	460	3680
Автомобильно-транспортная служба	10000	9	383,3	3450
Пост радиационно-химического наблюдения	9000	3	345	1035
Медицинская служба	5700	2	218,5	437
ИТОГО				11822

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований РСЧС при проведении работ по ликвидации аварии в химическом цехе ТЭЦ с учетом периода проведения работ составит 11822 рублей.

#### 4.1.3 Расчет затрат на организацию стационарного и амбулаторного лечения пострадавших

В результате возникновения аварии в химическом цехе ТЭЦ величина санитарных потерь составляет 15 человек.

Суммарные затраты на лечение пострадавших складываются из затрат на реанимационное, стационарное и амбулаторное лечение, исходя из стоимости одного койко-дня и продолжительности лечения и рассчитываются по следующей формуле:

$$З_{л} = \sum C_{к.-д..i} \cdot Д_{н}, \text{ руб.}, \quad (4.4)$$

где  $C_{к.-д..i}$  – стоимость одного койко-дня при соответствующем виде лечения, руб.;

$Д_{н}$  – продолжительность лечения, дней.

Расчет затрат на пребывание пострадавших в реанимационном отделении проводят по формуле:

$$З_{л}^p = C_{к.-д..р.} \cdot Д_{н} \cdot Ч_p, \quad (4.5)$$

где  $Ч_p$  – численность пострадавших, проходящих лечение в реанимационном отделении.

$$З_{л}^p = 719,38 \cdot 5 \cdot 2 = 7194 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на пребывание пострадавших в терапевтическом отделении проводят по формуле (таблица 17):

$$З_{л}^t = C_{к.-д..т.} \cdot Д_{н} \cdot Ч_t, \quad (4.6)$$

где  $Ч_t$  – численность пострадавших, проходящих лечение в терапевтическом отделении.

$$З_{л}^t = 123,23 \cdot 21 \cdot 9 = 23290 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на пребывание пострадавших на амбулаторном лечении проводят по формуле:

$$З_{л}^a = C_{к.-д..а.} \cdot Д_{н} \cdot Ч_a, \quad (4.7)$$

где  $Ч_a$  – численность пострадавших, проходящих амбулаторное лечение в стационаре.

$$З_{л}^a = 40,50 \cdot 3 \cdot 4 = 486 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты на лечение пострадавшего при аварии персонала предприятия составляют 30970 рублей.

Таблица 12– Затраты на лечение пострадавших

Вид лечения	Стоимость одного койко-дня, руб.	Средняя продолжительность лечения, дней	Численность пострадавших, чел.	Суммарные затраты, руб.
Амбулаторное	40,50	3	4	486
Терапевтическое	123,23	21	9	23290
Реанимационное	719,38	5	2	7194
ИТОГО				30970

#### 4.1.4 Расчет затрат на топливо и горюче-смазочные материалы

Затраты на горючие и смазочные материалы определяется по формуле:

$$Z_{ГСМ} = V_{бенз} \cdot C_{бенз} + V_{диз. т.} \cdot C_{диз. т.} + V_{мот. м.} \cdot C_{мот. м.} + V_{транс. м.} \cdot C_{транс. м.} + V_{спец. м.} \cdot C_{спец. м.} + V_{пласт. см.} \cdot C_{пласт. м.}, \quad (4.8)$$

где  $V_{бенз}$ ,  $V_{диз. т.}$ ,  $V_{мот. м.}$ ,  $V_{транс. м.}$ ,  $V_{спец. м.}$ ,  $V_{пласт. см.}$  – количество использованного бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л;

$C_{бенз}$ ,  $C_{диз. т.}$ ,  $C_{мот. м.}$ ,  $C_{транс. м.}$ ,  $C_{спец. м.}$ ,  $C_{пласт. м.}$  – стоимость бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л/руб.

Ниже приведены цены (за 1л) на топливо и горюче-смазочные материалы:

- 1) Бензин – 32,25 руб.;
- 2) Дизельное топливо– 34,40 руб.;
- 3) Моторное масло – 1100 руб.;
- 4) Трансмиссионное масло – 1050 руб.;
- 5) Специальное масло – 80 руб.;
- 6) Пластичные смазки – 750 руб.

В таблице 13 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении аварийных работ на территории химцеха и нормы расхода горюче-смазочных материалов приведенной техники.

Таблица 13 – Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов

Тип автомобиля	Кол-во	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход мотор./ транс./ спец. масел, л	Расход смазки, кг
Грузовой автомобиль	1	24	-	2,1/0,3/0,1	0,25
Грузовой автомобиль (самосвал)	1	24	-	2,1/0,3/0,1	0,25
Автобус пассажирский (дежурный)	1	80	-	2,1/0,3/0,1	0,3
Погрузчик	1	92	-	2,2/0,3/0,1	0,2
ИТОГО	4	220	-	8,5/1,2/0,4	1,0

Общие затраты на ГСМ составят:

$$З_{ГСМ} = 220 \cdot 32,25 + 0 + 8,5 \cdot 1100 + 1,2 \cdot 1050 + 0,4 \cdot 80 + 1,0 \cdot 750 = 18487 \text{ руб.}$$

На обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется 18487 рублей.

#### 4.1.5 Расчет затрат на амортизацию используемого оборудования и технических средств

Величина амортизации используемого оборудования, технических средств определяется, исходя из их стоимости, нормы амортизации и количества дней, в течение которых это оборудование используется, по следующей формуле:

$$A = [(H_a \cdot C_{ст} / 100) / 360] \cdot D_n, \quad (4.9)$$

где  $H_a$  – годовая норма амортизации данного вида основных производственных фондов (ОПФ), %;

$C_{ст}$  – стоимость ОПФ, руб.;

$D_n$  – количество отработанных дней.

Таблица 14 – Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Кол-во отработанных дней	Годовая норма амортизации, %	Аморт. отчисления, руб.
Грузовой автомобиль	450000	1	1	10	125
Грузовой автомобиль (самосвал)	500000	1	1	10	138,9
Автобус пассажирский (дежурный)	425000	1	1	10	118,05
Погрузчик	410000	1	1	10	113,9
ИТОГО					495,85

Результаты расчетов (таблица 14) затрат за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации пожара и ликвидации аварии составляют 495,85 рублей.

#### 4.2 Расчет величины социального ущерба

Исходя из значений экономического эквивалента стоимости жизни человека, проведем расчет ущерба от гибели 2 человек.

Результаты расчета приведены в таблице 15.

Социальный ущерб от аварии в химическом цехе ТЭЦ составит 67830 тыс. руб.

Таблица 15 – Расчет величины социального ущерба

Возрастная группа	Экономический эквивалент стоимости жизни человека, тыс. руб.	Количество человек, чел.	Потери общества от преждевременной гибели людей, тыс. руб.
31–35	2369	1	2369
41–45	2153	1	2153
ИТОГО			67830

#### 4.3 Определение величины экономического ущерба

Экономический ущерб от разгерметизации бака-хранилища оценивается остаточной балансовой стоимостью оборудования и стоимостью потерянного или пришедшего в негодность сырья и готовой продукции.

Стоимость раствора серной кислоты пришедшей в негодность после разлития из бака-хранилища 46000 тыс. руб.

Таблица 16 – Перечень технологического оборудования, поврежденного в результате аварии в химическом цехе ТЭЦ

Наименование оборудования	Стоимость оборудования, в руб.	Оценочная стоимость оборудования $O_{соф}$ , руб.	Степень разрушения, %	Остаточная стоимость, руб.
Бак-хранилище	475000	158300	100	158300
ИТОГО	475000	158300	100	158300

В результате аварии в химическом цехе ТЭЦ полностью разрушится оборудование бака-хранилища.

Оценочную стоимость производственных фондов определяют по формуле:

$$O_{соф} = F - F \cdot Z_{\%}, \text{ рублей,} \quad (4.10)$$

где  $F$  – восстановительная стоимость оборудования основных фондов;

$Z$  – процесс износа ОФ за период эксплуатации.

Следовательно, оценочная стоимость для каждого оборудования рассчитывается исходя из срока введения его в эксплуатацию.

После окончания работ по ликвидации последствий аварии, экспертная группа проводит оценку степени разрушения технологического оборудования, зданий и сооружений. На основании экспертных оценок проводят расчет остаточной стоимости поврежденного оборудования, по суммарной величине которой судят о причиненном чрезвычайной ситуацией экономическом ущербе ТГПЗ.

Остаточную стоимость технологического оборудования рассчитывают по формуле:

$$C_{\text{ост}} = O_{\text{соф}} \cdot k, \text{ рублей,} \quad (4.11)$$

где  $k$  – степень разрушения технологического оборудования.

Таким образом, экономический ущерб, причиненный химическому цеху ТЭЦ при разгерметизации бака-хранилища составит 158300 рублей. Результаты проведенных в разделе расчетов представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Результаты проведенных расчетов экономического ущерба

Наименование	Экономический ущерб, в руб.
Затраты на обеспечение питанием спасательных формирований	1051,62
Затраты на оплату труда участникам ликвидации последствий ЧС	11822,00
Затраты на лечение пострадавшего персонала	30970,00
Затраты на ГСМ	18487,00
Затраты за использование оборудования и технических средств при ликвидации ЧС	495,85
Социальный ущерб от ЧС	67830,00
Стоимость раствора серной кислоты	46000,00
Экономический ущерб при разгерметизации бака-хранилища (резервуара)	158300,00
ИТОГО	1759656,47

По приведенным расчетам видно, что экономический ущерб от чрезвычайной ситуации составляет:

$$U^{\text{общ}} = 1051,62 + 11822,00 + 30970,00 + 18487,00 + 495,85 + 67830,00 + 46000,00 + 158300,00 = 1\,759\,656,47 \text{ руб.}$$

Анализируя результаты, приведенные в разделе, можно сделать вывод о том, что аварии на предприятиях влекут за собой большой материальный ущерб и приводят к значительным затратам при восстановлении производства. Фактические потери для народного хозяйства значительно превышают определенный таким образом ущерб, так как в него не включены убытки от простоя предприятия, стоимость проектно-восстановительных работ [48].



## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места аппаратчика по приготовлению химреагентов химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» на предмет возникновения вредных и опасных производственных факторов

Объектом исследования является рабочее место аппаратчика по приготовлению химреагентов химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод». Химический цех отдельно стоящее трехэтажное здание с прилегающей к нему бетонированной площадкой с баками-хранилищами (резервуарами), предназначенными для получения, разгрузки, хранения и подачи реагентов (раствора серной кислоты и раствора натра едкого) на водоподготовительную установку (ВПУ) для регенерации ионитовых фильтров растворами серной кислоты и натра едкого.

Доставка реагентов (раствора серной кислоты и раствора натра едкого) предусмотрено в железнодорожных цистернах грузоподъемностью 61,5 т.

Обслуживание ВПУ организовано оперативным персоналом химического цеха ТЭЦ. Дежурство осуществляется круглосуточно сменами по 12 часов. В состав каждой смены входят (минимальный состав): в дневную смену с 8.00 до 17.00 прием реагентов и обслуживание оборудования производят аппаратчики по приготовлению химреагентов – 2 человека. В ночные, выходные и праздничные дни эти функции выполняет оперативный (сменный) персонал.

Прием и выгрузка опасных реагентов производится в рабочие дни в светлое время суток. Входной контроль концентрированных реагентов производят в дневную смену (2 человека) в рабочие дни с 8.00 до 17.00.

Выгрузка реагентов (раствора серной кислоты и раствора натра едкого) из железнодорожной цистерны предусмотрена на сливной площадке, поверхность которой отсыпана щебнем.

Выгрузка реагентов (раствора серной кислоты и раствора натра едкого) производится через верхний люк железнодорожной цистерны с помощью всасывающей трубы из нержавеющей стали, присоединенной к разгрузочному устройству, и насосов (вакуумного и перекачивающего), которые установлены в помещении кислотно-щелочного хозяйства. Для выгрузки раствора серной кислоты и раствора натра едкого предусмотрено использование следующего оборудования:

- насос типа X 90/33 перекачки раствора серной кислоты:  $Q = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $H = 33 \text{ м вод. ст.}$  – 1 шт.;
- насос типа X90/33 перекачки раствора натра едкого:  $Q = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $H = 33 \text{ м вод.ст.}$  – 1 шт.;
- вакуумный насос типа 12 ВВМ (для создания разряжения в трубопроводе перед началом выгрузки):  $Q = 12 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $H = 0,01 \text{ м вод. ст.}$  – 1 шт.

Хранение раствора серной кислоты, раствора натра едкого и аммиачной воды предусмотрено в баках-хранилищах.

Баки-хранилища раствора серной кислоты и раствора натра едкого имеют переливные трубы, которые выведены в дренажный приямок, и оснащены приборами контроля максимального уровня (датчиком верхнего уровня). При достижении максимального уровня, датчики блокируют работу перекачивающего насоса кислоты.

Таблица 18 – Сведения о баках для хранения АХОВ

Наименование оборудования	Тип оборудования	Высота / диаметр, м	Объем, м <sup>3</sup>	Кол-во, шт.
Бак-хранилище раствора серной кислоты	Вертикальный цилиндрический	5,7 / 3,5	50	3
Бак-хранилище раствора натра едкого	Вертикальный цилиндрический	6,3 / 4,68	100	3
Бак-хранилище аммиачной воды	Вертикальный цилиндрический	1,6 / 2,0	5	1
	Вертикальный цилиндрический	1,6 / 1,32	2	1

Запорная и регулирующая арматура находятся в помещении кислотно-щелочного хозяйства, за исключением задвижек по выходу с каждого бака-хранилища и на заполнение баков-хранилищ раствора серной кислоты.

Прокладка трубопроводов от железнодорожной цистерны до насосов и от насосов до баков-хранилищ – надземная над забетонированным лотком.

Прокладка трубопроводов от насосов до здания химического цеха – подземная (полупроходной туннель). В туннеле пол бетонный, стены выложены кирпичной кладкой, потолок – бетонные плиты.

Для подачи раствора серной кислоты и раствора натра едкого из баков-хранилищ в химический цех используются те же перекачивающие насосы кислотно-щелочного хозяйства.

Так как местонахождение рабочего места аппаратчика по приготовлению химреагентов – химический цех и открытая территория, то освещение естественное и общее равномерное искусственное.

Вентиляция воздуха естественная.

Контроль за функционированием и исправной работой всего оборудования ведется непрерывно и постоянно.

Рабочее место аппаратчика является потенциально опасным, поскольку работа ведется непосредственно с химически опасными веществами (серная техническая кислота, раствор натра едкого, аммиачная вода).

Температура наружного воздуха наиболее холодного периода – минус 24 °С.

Влажность воздуха: наиболее холодного месяца – 81 %; наиболее жаркого месяца – 56 %.

Количество осадков: за год – 476 мм; суточный максимум – 46 мм.

К вредным факторам рабочего места можно отнести: шум; пыль; температуру.

К опасным факторам относятся: вредные химические вещества; электроопасность; механические опасности.

## 5.2 Анализ выявленных вредных факторов

### 5.2.1 Шум

Шум – это совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека и мешающих его работе и отдыху.

Шум, возникающий при работе производственного оборудования и превышающий нормативные значения, воздействует на центральную и вегетативную нервную систему человека, органы слуха.

Нормированные параметры шума определены ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Стандарт устанавливает классификацию шума, характеристики и допустимые уровни шума на рабочих местах, общие требования к защите от шума на рабочих местах, шумовым характеристикам машин, механизмов, средств транспорта и другого оборудования и измерениям шума [42].

Источниками шума являются перекачивающие насосы кислотно-щелочного хозяйства.

Допустимый уровень шума в помещении не должен превышать 80 дБ, при выполнении технологического процесса – 95 дБ. Фактический уровень шума составляет 87 дБ, что является пограничным для предельно-допустимого уровня.

Мероприятия по защите от шума.

Защита от шума достигается разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты, а также средств индивидуальной защиты.

Уменьшение шума достигается применением шумоизолирующего покрытия. Так же необходимо применять защитный шумоизолирующий короб для насосов перекачки опасных химвеществ.

Шумоизолирующим материалом короба является минеральная вата, толщина слоя 30 мм, размер короба 1,5×1,5 метра.

При невозможности уменьшить шум, действующий на работников, до допустимых уровней, то необходимо использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ) – противозумные вкладыши из ультратонкого волокна «Беруши» одноразового использования, а также противозумные вкладыши многократного использования (эбонитовые, резиновые, из пенопласта).

### 5.2.2 Пыль

Пыль является наиболее распространенным неблагоприятным фактором производственной среды. Технологические процессы могут сопровождаться образованием и выделением пыли, а ее воздействию может подвергаться работающий персонал.

Выделение вредных веществ в воздушную среду возможно при проведении технологических процессов и производстве работ, связанных с применением, хранением, транспортированием химически опасных веществ и материалов.

Основой проведения мероприятий по борьбе с вредными веществами является гигиеническое нормирование. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны установлены ГОСТ 12.1.005-88.

Допустимый норматив по пыли (в данном случае диАлюминий сульфат) в помещении не должен превышать 0,5 мг/м<sup>3</sup>. Фактический уровень в химцехе составляет 2,03 мг/м<sup>3</sup>, что является превышением предельно-допустимого уровня.

Снижение уровня воздействия вредных веществ на работающий персонал достигается путем проведения технологических, санитарно-технических, лечебно-профилактических мероприятий с применением средств индивидуальной защиты.

К технологическим мероприятиям относятся такие, как внедрение непрерывных технологий, автоматизация и механизация производственных процессов, дистанционное управление, герметизация оборудования, замена опасных технологических процессов и операций менее опасными и безопасными.

Санитарно-технические мероприятия: оборудование рабочих мест местной вытяжной вентиляцией или переносными местными отсосами, укрытие оборудования сплошными пыленепроницаемыми кожухами с эффективной аспирацией воздуха и др.

Особое внимание в этих случаях должно уделяться применению средств индивидуальной защиты, прежде всего для защиты органов дыхания (фильтрующие и изолирующие противогазы, респираторы, защитные очки, специальная одежда) [44].

### 5.2.3 Температура

Микроклимат производственных помещений определяется сочетанием температуры, влажности, подвижности воздуха, температуры окружающих поверхностей и их тепловым излучением. Температура в производственных помещениях является одним из ведущих факторов, определяющих метеорологические условия производственной среды.

Высокие температуры оказывают отрицательное воздействие на здоровье человека. Работа в условиях высокой температуры сопровождается интенсивным потоотделением, что приводит к обезвоживанию организма, вызывает серьезные и стойкие изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы, увеличивает частоту дыхания, а также оказывает влияние на функционирование других органов и систем.

При воздействии на организм человека отрицательных температур наблюдается сужение сосудов, изменяется обмен веществ. Низкие температуры

воздействуют также и на внутренние органы, и длительное воздействие этих температур приводит к их устойчивым заболеваниям.

Параметры микроклимата производственных помещений зависят от теплофизических особенностей технологического процесса, климата, сезона года, условий отопления и вентиляции.

Метеорологические условия для рабочей зоны производственных помещений регламентируются ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и Санитарными нормами микроклимата производственных помещений (СН 4088-86).

СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают оптимальные и допустимые условия микроклимата. При этом учитывается интенсивность энерготрат работников, время выполнения работ и период года.

Рассматривая метеорологические условия производственной среды в подразделении химического цеха ТЭЦ, выявлено фактическое состояние температуры воздуха на рабочем месте (в холодный период года) минус 24 °С, что не соответствует нормативу: минус 13,7 °С.

Мероприятия по профилактике неблагоприятного воздействия холода должны предусматривать задержку тепла – предупреждение выхолаживания производственных помещений, подбор рациональных режимов труда и отдыха, использование средств индивидуальной защиты, а также мероприятия по повышению защитных сил организма.

### 5.3 Анализ выявленных опасных факторов

Основная мера защиты от вредного воздействия химических веществ на работающих в условиях возможного загрязнения рабочей зоны – систематический контроль содержания этих веществ в рабочей среде. В том случае, если содержание вредных веществ в рабочей зоне превышает ПДК, принимают специальные организационные и технические меры по предупреждению отравления.

К организационным мерам относится обязательное применение индивидуальных средств защиты (специальной защитной одежды, обуви, рукавиц, шлемов, противогазов и респираторов, защитных очков, защитных лицевых щитков, нейтрализующих паст и мазей для защиты и очистки кожи).

Для работников, постоянно находящихся в зоне выделения ядовитых веществ, установлены меры защиты ограничением времени пребывания в опасной или вредной среде (сокращенный рабочий день, перерывы в работе, дополнительный отпуск, сокращенный стаж для ухода на пенсию).

К техническим мерам относятся: герметизация оборудования и коммуникаций, автоматический контроль воздушной среды, устройство естественной и искусственной вентиляции, сигнализации, дистанционного управления, установка знаков безопасности.

Для транспортирования химически вредных жидких веществ применяют специальные цистерны. Технологические процессы загрузки опасных веществ, их слив или выдавливание из цистерн, а также промывка и пропарка цистерн осуществляются способами, исключаящими контакт работников с вредными веществами. Для жидких опасных веществ – трубопроводы, исключаяющие просачивание этих веществ.

При аварийных ситуациях человек может подвергаться кратковременному воздействию вредных и опасных химических веществ. Защита работников осуществляется обязательным применением средств индивидуальной защиты и нормированием допустимого времени работы в зоне аварии.

Сбои в электросистеме оборудования, которые могут повлечь за собой производственную травму персонала, и создать пожарную обстановку на отдельных участках и элементах оборудования [48].

Согласно НПБ 105-03 все объекты в соответствии с характером технологического процесса по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на пять категорий. Рабочие места аппаратчика по приготовлению химреагентов относятся к категории Б, так как в нем находятся



вещества и материалы, образующие пылевоздушные или паровоздушные смеси. В химцехе разработаны меры пожаротушения. Предусмотрена пожарная сигнализация, имеются пожарные краны, планы эвакуации, проводятся соответствующие инструктажи, ознакомление с нормативными документами.

К механическим опасным факторам данного рабочего места относится оборудование: насосы, трубопроводы с реагентами, емкости-хранилища реагентов, арматура, приборы контроля. Способами защиты от воздействия механических факторов является соблюдение правил эксплуатации оборудования и соблюдения техники безопасности на рабочем месте.

Общими мерами безопасности является наличие зоны периметров безопасности, регулярный инструктаж работников по соблюдению мер безопасности.

#### 5.4 Охрана окружающей среды

Химический цех ТЭЦ не оказывает отрицательного влияния на окружающую среду в связи с высокой степенью защиты и контроля содержащимися вредными химическими веществами в эксплуатируемом оборудовании.

Эксплуатация оборудования организована в соответствии с требованиями Приказа Ростехнадзора от 21 ноября 2013 г. № 559 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правил безопасности химически опасных производственных объектов» (Зарегистрировано в Минюсте России 31 декабря 2013 г. № 30995).

Для каждого технологического процесса определены критические значения параметров для участвующих в процессе химически опасных веществ. Допустимый диапазон изменения параметров установлен с учетом характеристик химико-технологического процесса. Технические характеристики системы управления и противоаварийной защиты (ПАЗ)

приняты в соответствии со скоростью изменения значений параметров процесса в требуемом диапазоне.

### 5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

На территории занимаемой рассматриваемым объектом отсутствуют ручьи, малые реки, овраги и другие водостоки, которые могут создать опасность быстрого стока химически опасных веществ.

Основными неблагоприятными погодными явлениями могут быть: ливневые дожди, повышенные (до 30 м/с) ветровые нагрузки, обильные снегопады, сильные (до -50 °С) морозы, грозовые разряды. На территории области возможны землетрясения малой интенсивностью по шкале MSK-64 (ORS-97).

Однако все эти природные климатические явления не оказывают существенного воздействия на рабочую зону и не создают чрезвычайных ситуаций.

В целях предупреждения аварийных выбросов опасных веществ предусмотрены следующие мероприятия:

- баки-хранилища раствора серной кислоты и раствора натра едкого выполнены из материала марки Сталь 3;
- баки-хранилища имеют коррозионную защиту в виде наружной покраски.

Основными системами автоматического регулирования и блокировок являются переливные трубы баков-хранилищ раствора серной кислоты и раствора натра едкого, которые выведены в дренажный приемок, и оснащены приборами контроля максимального уровня. При достижении максимального уровня, датчики блокируют работу перекачивающего насоса кислоты.

Для предотвращения взрывопожаробезопасности имеются в наличии огнетушители ОП-8 и ОУ-5.

Для своевременного обеспечения персонала информацией о

контролируемых технологических параметрах и состоянии оборудования и обеспечения систем и средств оперативно-диспетчерского управления сигналами для автоматического пуска, остановки и управления механизмами предусмотрены современные технические средства контроля, размещаемые на технологическом оборудовании и щитах КИП. Щиты КИП устанавливаются непосредственно в производственных помещениях у технологического оборудования (местные щиты КИП) и на Щите управления химцеха ТЭЦ.

Меры электробезопасности при эксплуатации технических средств автоматизации приняты согласно ПУЭ для электроустановок до 1000 В.

Для оперативного управления производством и связи с рабочими местами химического цеха ТЭЦ предусматривается внутренняя станционная телефонная связь.

Подача электроэнергии осуществляется с районной подстанции (РПП) 110/35/6 кВ. Питание электропотребителей химического цеха ТЭЦ осуществляется от двух силовых трансформаторов на две секции ХВО. Электропитание осуществляется от шин распределительного устройства (РУ) 0,4 кВ ХВО. Электроприемники по надежности электроснабжения относятся ко II категории.

Химико-технологические системы оснащены средствами контроля за параметрами, определяющими химическую опасность процесса с сигнализацией, а также средствами автоматического регулирования и ПАЗ.

Щит управления химического цеха ТЭЦ размещен в здании химического цеха, что обеспечивает надежную защиту персонала от воздействия аэрозоля серной кислоты при аварии.

Также предусмотрены системы ПАЗ, предупреждающие возникновение аварии при отклонении от предусмотренных технологическим регламентом на производство продукции предельно допустимых значений параметров процесса во всех режимах работы и обеспечивающие безопасную остановку или перевод процесса в безопасное состояние по заданной программе.

Энергетическая устойчивость обеспечивается выбором рациональной схемы энергоснабжения, количеством источников электропитания (основных и резервных), их надежностью и возможностью обеспечить безаварийный останов технологического процесса химцеха ТЭЦ при возникновении сбоев или аварий в системе энергоснабжения.

Средства обеспечения энергоустойчивости обеспечивают способность функционирования средств ПАЗ в течение времени, достаточного для исключения опасной ситуации.

Для химического хозяйства ТЭЦ на стадиях, связанных с хранением и транспортированием химически опасных веществ, предусмотрены меры и средства, максимально снижающие попадание химически опасных веществ в атмосферу производственного помещения (рабочей зоны), а также контроль содержания химически опасных веществ в воздухе.

Предусмотрены необходимые организационные меры, обеспечивающие с учетом технических средств, предусмотренных документацией на технологические системы, защиту персонала от воздействия этих веществ при химическом поражении и других авариях.

На ТЭЦ разработан и утвержден План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий, в котором предусматривают действия персонала по предупреждению аварий, а в случае их возникновения – по локализации и максимальному снижению тяжести последствий, а также технические системы и средства, используемые при этом.

План мероприятий разработан в соответствии с порядком, установленным постановлением Правительства Российской Федерации от 26 августа 2013 г. № 730 «Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 35, ст. 4516).

Персонал химцеха ТЭЦ обучен и аттестован в области промышленной безопасности в соответствии с порядком, установленным нормативными

правовыми актами федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности, а также имеет профессиональную подготовку, в том числе по безопасности труда. Все работники обучены правилам использования и простейшим способам проверки исправности средств индивидуальной защиты и прошли тренировку по их применению.

Организация работ по поддержанию надежного и безопасного уровня эксплуатации и ремонта технологического и вспомогательного оборудования, трубопроводов и арматуры, систем контроля, противоаварийной защиты, средств связи и оповещения, энергообеспечения, а также зданий и сооружений; распределение обязанностей и границ ответственности между техническими службами (технологической, механической, энергетической, контрольно-измерительных приборов и автоматики) за обеспечением требований промышленной безопасности, а также перечень и объем эксплуатационной, ремонтной и другой технической документации определены внутренними распорядительными документами, устанавливающими требования безопасного проведения работ на территории ТЭЦ.

## 5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для улучшения условий аппаратчика по приготовлению химреагентов следует предпринять меры по защите его от воздействия вредных и опасных факторов.

В результате анализа вредных и опасных факторов химического цеха ТЭЦ по замерам физических факторов можно сделать вывод, что для устранения вредных факторов необходимо провести следующие мероприятия:

- поскольку уровень шума является пограничным, необходимо проведение мероприятий по снижению уровня шума и степени его воздействия на персонал. Применяются противозумные вкладыши из ультратонкого волокна «Беруши». Они эффективны для снижения шума на средних и высоких

частотах на 10–15 дБ. Так же в местах с наибольшим значением шума применять наушники снижающие уровень звукового давления на 7–38 дБ;

- для защиты от пыли используют технологии с закрытым циклом (трубопроводы, кожухи); автоматизируют и используют дистанционное управление технологическими процессами; применяют общую и местную вытяжную вентиляцию помещений и рабочих мест; применяют индивидуальные средства защиты (очки, противогазы, респираторы, маски, спецодежду, спецобувь, различные мази);

- в качестве средств защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов используют оградительные устройства; устройства автоматического контроля и сигнализации; термоизолирующие; дистанционного управления, а также средства индивидуальной защиты и спецодежду – полушубки; халаты; комбинезоны, жилеты; сапоги; боты; рукавицы; наладонники; шапки и т.д. Существует регламентация режимов труда и отдыха; правильная организация систем отопления и воздухообмена в помещении химцеха.

Для обеспечения безопасности персонала от воздействий вредных и опасных факторов предприняты достаточные меры, обеспечивающие сохранение жизни и здоровья персонала.

## Заключение

Всесторонняя оценка риска аварий, принятых мер по предупреждению аварий и готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии показывает, что уровень эксплуатации ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод» соответствует требованиям промышленной безопасности и эксплуатации опасного производственного объекта.

Наиболее опасной составляющей является открытая площадка хранения химически опасных веществ, на которой одновременно может находиться до 150 м<sup>3</sup> (275,34 т) 94–98 % раствора серной технической кислоты и до 300 м<sup>3</sup> 443,37 т 44–46 % раствора натра едкого.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ на основании чего, можно сделать следующие выводы:

1. Изучив литературные источники на предмет возможных аварийных ситуаций на теплоэлектроцентралях выяснили, что наиболее частые причины аварий вызваны: отказами (неполадками) оборудования (21 %); ошибочными действиями персонала (38 %); внешними воздействиями природного и техногенного характера (4 %); разгерметизацией хранилищ химически опасных веществ (37 %).

2. Проанализировав последствия аварийных выбросов серной кислоты из резервуара на открытой площадке химического цеха ТЭЦ и условия их возникновения, сделали заключение о необходимости расчета химической обстановки и разработки ситуационного плана сценария аварийной ситуации с разливом серной кислоты, при условии разгерметизации оборудования.

3. Рассчитаны вероятные зоны поражения серной кислотой и разработан ситуационный план сценария аварийной ситуации при разрушении бака-хранилища с серной кислотой.

4. Разработана оперативная часть плана локализации и ликвидации аварийной ситуации, в которой рассмотрены способы и средства

предупреждения, локализации и ликвидации аварийной ситуации, порядок оповещения и действия персонала.

5. Произведен расчет экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на открытой площадке химцеха ТЭЦ, который составляет 1759656,47 руб.

6. Исследовано рабочее место аппаратчика по приготовлению химреагентов на предмет возникновения вредных и опасных производственных факторов. Были выявлены:

- вредные факторы – шум, пыль, температура;
- опасные факторы – опасные химические вещества.

Предложены мероприятия по снижению воздействия этих факторов. Такие как применение шумоизоляционных материалов, оборудование рабочих мест местной вытяжной вентиляцией, дистанционного управления и автоматизации технологического процесса, индивидуальных средств защиты.



## Список публикаций

1. Шкляева Н.В. Состояние и перспективы развития сил и средств РСЧС России / Н.В. Шкляева // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 6. – С. 17–19.

2. Шкляева Н.В. Анализ состояния травматизма на предприятии «Юргинский машиностроительный завод» за период с 2007 по 2010 года / Шкляева Н.В., Падуков И.В., Родионов П.В. // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 5–6 ноября 2015 / Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 160–163.

3. Шкляева Н.В. Анализ аварийных ситуаций связанных с утечкой опасных химически веществ в России в 2005–2015 годах / Н.В. Шкляева // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи. Юрга, 7–9 Апреля 2016. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – С. 519–522.

## Список используемых источников

1. Классификация химически опасных объектов [Электронный ресурс] / Студопедия, 2016. – Режим доступа: [http:// studopedia.ru/view\\_factors.php?id=54](http://studopedia.ru/view_factors.php?id=54). Дата обращения: 04.02.2016 г.
2. Химическое производство [Электронный ресурс] / Студопедия, 2016. – Режим доступа: [http:// studopedia.ru/3\\_191315\\_himicheskoe-proizvodstvo.html](http://studopedia.ru/3_191315_himicheskoe-proizvodstvo.html). Дата обращения: 04.02.2016 г.
3. Энергетическое обследование ТЭЦ промышленного машиностроительного предприятия. Водоподготовка ТЭЦ. [Электронный ресурс] / [http:// www.denisov-vinskiy.ru/energoauditorskoe/list/energy-examination-of-HES-IEE-main-3-1-4](http://www.denisov-vinskiy.ru/energoauditorskoe/list/energy-examination-of-HES-IEE-main-3-1-4). Дата обращения 10.02.2016 г.
4. Безопасность жизнедеятельности. Аварии на химически опасных объектах. [Электронный ресурс] / [www.Grandars.ru](http://www.Grandars.ru), 2016. <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/avarii-na-himicheskii-opasnyh-obektah.html>. Дата обращения 15.02.2016 г.
6. ГОСТ Р 51901.1-2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 26 с.
7. ГОСТ Р 51901.13-2005 Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 16 с.
8. ГОСТ 2184-77 Кислота серная техническая. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1990 – 18 с.
9. Маршалл В. Основные опасности химических производств / В. Маршалл; пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 672 с.
10. Хенли Э. Дж. Надежность технических систем и оценка риска / Э.Дж. Хенли, Х.М. Кумамото. – М.: Машиностроение. 1984. – 528 с.
11. Вредные вещества в промышленности / Под ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной; 7-е изд. – Л.: Химия, 1977. – 365 с.

12. Алексахин С.В. Прикладной статистический анализ / С.В. Алексахин и др. – М.: ПРИОР. 2001. – 224 с.
13. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Высш. шк., 2000. – 480 с.
14. Кокс Д. Теоретическая статистика / Д. Кокс, Д. Хинкли; пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 560 с.
15. Хальд А. Математическая статистика с техническими приложениями / А. Хальд. – М.: Изд-во иностр. лит., 1956. – 642 с.
16. Измалков В.И. Безопасность и риск при техногенных воздействиях / В.И. Измалков, А.В. Измалков. – М.: НИЦЭБ РАН, 1994 г. – 269 с.
17. Потехин Г.С. Управление риском в химической промышленности / Г.С. Потехин, Н.С. Прокоров, Г.Ф. Терещенко // Журнал Всесоюзного хим. об-ва им. Д.И. Менделеева, 1990. – Т. 35. – Вып. 4. – С. 421–424.
19. Козлитин А.М. Методы технико-экономической оценки промышленной и экологической безопасности высокорисковых объектов техносферы / А.М. Козлитин, А.И. Попов. – Саратов: СГТУ, 2000. – 147 с.
20. Козлитин А.М. Теоретические основы и практика анализа техногенных рисков. Вероятностные методы количественной оценки опасностей техносферы / А.М. Козлитин, А.И. Попов, П.А. Козлитин. – Саратов: СГТУ, 2002. – 118 с.
21. Козлитин А.М. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка: детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы: учебное пособие / А.М. Козлитин, Б.Н. Яковлев; под ред. А.И. Попова. Саратов: СГТУ, 2000. – 124 с.
22. Козлитин А.М. Совершенствование методов расчета показателей риска аварий на опасных производственных объектах / А.М. Козлитин // Безопасность труда в промышленности, 2004. – № 10. – С. 35–42.
23. Козлитин А.М. Обоснование и разработка методов оценки техногенных опасностей тепловых электростанций. / А.М. Козлитин. – Саратов: СГТУ, 2010. – 183 с.

24. Козлитин П.А. Теоретические основы и методы системного анализа промышленной безопасности объектов теплоэнергетики с учетом риска: Монография / П.А. Козлитин, М.А. Козлитин. Саратов: СГТУ, 2009. – 156 с.
25. Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ. Руководство по безопасности. ФП от 20.04.2015г. № 158. [Электронный ресурс] / <http://www.garant.ru/>, 2016. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70900308>. Дата обращения 30.03.2016 г.
26. Справочник сернокислотчика / К.М. Малин, Н.Л. Аркин, Г.К. Боресков, М.Г. Слинько. – М.: Химия, 1971. – 268 с.
27. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М.В. Бесчастнов. – М., 1991. – 432 с.
28. Франке З. Химия отравляющих веществ / З. Франке; в 2 томах: пер. с нем. – М.: Химия, 1973. – Т. 1 – 440 с. – Т. 2 – 404 с.
29. Показатели опасности веществ и материалов. / А.К. Чернышев, Б.А. Лубис, В.К. Гусев, Б.А. Курляндский, Б.Ф. Егоров; под общ. ред. В.К. Гусева. – М.: Фонд им. И. Д. Сытина, 1999. – 524 с.
30. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд. / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др.; в 2кн. – М.: Химия, 1990. – 73 с.
31. Физические величины: Справочник / Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. – М.: Энергоиздат, 1991. – 1232 с.
32. Краткая химическая энциклопедия. – М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1965. – 340 с.
33. Декларации Российского научного общества анализа риска «О предельно допустимых уровнях риска» / А.А. Быков, Б.Н. Порфирьев, А.Н. Елохин, Н.А. Махутови др. // Проблемы анализа риска, 2006. – Т. 3. – № 2. – С. 162–168.
34. Автоматизированная распределенная информационно-поисковая система (АРИПС) «Опасные вещества» / 2430 веществ. – М.: РПОХВ, 2003. – 28 с.

35. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н.Б. Варгафтик. – М.: Физматиздат, 1963. – 708 с.
36. Методы расчета теплофизических свойств газов и жидкостей: Справочник. – М.: Химия, 1974. – 248 с.
35. Химия. Справочные материалы / Под ред. Третьякова Ю.Д., 2 изд., М., 1988. – 68 с.
36. Coward H.F. Limits of flammability of gases and vapors / H.F. Coward, G.W. Jones // US Bur. of mines, Bull. 503. – 1953. – P. 26–28.
37. Methods for the determination of possible damage // CPR 16 E. Den Haag, Committee for the prevention of Disasters. – 1989. – 54 p.
38. Moore P. Explosion suppression trials / P. Moore // Chem. Eng. – 1984. – № 12. – P. 23–26.
39. Guidelines for process quanted risk analysis, CCPS, N. Y., 1989. – 256 p.
40. Ham J.M. Guide to hazardous industrial activities /J.M. Ham, J.M. Blom // MT TNO. – 1986. – P. 72–79.
41. Manual of Industrial Hazard Assessment Techniques. The World Bank, Washington, D.C., USA, 1985. – 117 p.
42. Производственный шум [Электронный ресурс] / [www.Grandars.ru](http://www.Grandars.ru), 2015. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnostzhiznedeyatelnosti/proizvodstvennyy-shum.html>. Дата обращения: 15.04.2015 г.
43. Производственная вибрация [Электронный ресурс] / [www.Grandars.ru](http://www.Grandars.ru), 2016. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnostzhiznedeyatelnosti/proizvodstvennaya-vibraciya.html>. Дата обращения: 15.04.2016 г.
44. Большая Советская энциклопедия. Теплоэлектроцентраль. [Электронный ресурс] / <http://allencyclopedia.ru>, 2016. – Режим доступа: <http://allencyclopedia.ru/76690>. Дата обращения: 17.04.2016 г.
45. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. / Е.Я. Соколов – М., 1975. – 82 с.
46. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. / В.Я. Рыжкин – М., 1976. – 153 с.

47. Елизаров Д. П. Теплоэнергетические установки электростанций. – М.: Энергоиздат, 1982. – 264 с.
48. Гительман Л.Д. Энергетический бизнес. / Л.Д. Гительман, Б.Е. Ратников. – М.: Дело, 2006. – 600 с.
49. Самойлов М.В. Основы энергосбережения: учеб. пособие / М.В. Самойлов, В.В. Паневчик, А.Н. Ковалев. 2-е изд., стереотип. – Мн.: БГЭУ, 2002. – 198 с.
50. Стандартизация энергопотребления – основа энергосбережения / П.П. Безруков, Е.В. Пашков, Ю.А. Церерин, М.Б. Плущевский // Стандарты и качество, 1993. – 280 с.

## Приложение А

(обязательное)

Перечень опасных химических аварий, имевших место на химически-  
опасных объектах в РФ в период 2002–2015 гг.

Дата, место и вид аварии	Описание аварии и основные причины	Число пострадавших
7 мая 2002 г., г. Тула, Теплоэлектростанция Зарецкого района, утечка серной кислоты.	Произошла утечка 1 тонны неконцентрированной серной кислоты. Происшествие произошло во время перекачки кислоты из автомобильной цистерны в стационарную емкость.	Пострадавших нет
26 июня 2004 г., Челябинская обл, медеплавильный комбинат ЗАО «Карабашмедь», выброс в атмосферу сернистого газа.	Выброс в атмосферу сернистого газа. Сернистый ангидрид, выбрасываемый из труб комбината, осел на землю. В результате взаимодействия диоксида серы с влагой произошла химическая реакция, и получившаяся серная кислота уничтожила лес на площади 104,9 га и посеы на 400 огородах жителей города.	Не указано
Февраль 2007 г., Нижегородская обл. г. Дзержинск, ООО «Синтез-Ока», выброс аммиака.	Произошел выброс аммиака из теплообменника в цехе этанол-амина ООО «Синтез-Ока». Утечка произошла в результате разгерметизации фланцевого соединения аппарата Т-12, предназначенного для испарения аммиака.	Не указано
7 мая 2008 г., г. Челябинск, Челябинский цинковый завод, пролилась серная кислота.	В сернокислотном цехе ЧЦЗ при проведении ремонтных работ на магистральных трубах цеха пролилась серная кислота.	В результате 7 человек получили химические ожоги из-за попадания брызг вещества на незащищенные участки тела

Продолжение приложения А

Дата, место и вид аварии	Описание аварии и основные причины	Число пострадавших
5 февраля 2009 г., г. Кирово-Чепецк Кировская обл., завод минеральных удобрений Кирово-Чепецкого Химкомбината, выброс аммиака.	Произошел разрыв трубопровода, по которому на производство подавался аммиак. Авария привела к выбросу аммиака в атмосферу и загрязнению территории предприятия серной кислотой.	Погиб 1 человек, еще 1 получил тяжелую травму
21 октября 2010 г., г. Екатеринбург, газораспределительная станция № 1 (расположена в лесопарковой зоне п.Калиновка), выброс химического вещества одоранта.	Произошел выброс химического вещества одоранта, которое ветром отнесло в сторону п. Калиновки и г. Березовский. Специалисты обнаружили и перекрыли место утечки, а также произвели нейтрализацию одоранта в почве раствором марганца.	Пострадавших нет
27 и 28 апреля 2011 г., г. Новочебоксарск (Чувашия), ОАО "Химпром", выброс хлора.	На энергосетях предприятия упало напряжение, что привело к отключению электроустановок и их остановке в корпусе 41 цеха электролиза, произошла авария с выделением электрохлоргаза в зал электролиза и производственного помещения корпуса. При проверке оборудования и подаче тепловой нагрузки на серию электролизеров предприятия произошла разгерметизация одного из них, в результате чего произошла повторная локальная загазованность хлором в зале электролиза.	5 человек получили отравления различной степени тяжести
29 августа 2012 г., г. Великий Новгород, ОАО Новгородская ТЭЦ, разрыв трубопровода котла	На городской ТЭЦ во время обследования котлотурбинного цеха на наличие неисправностей лопнул дренажный коллектор котла № 3.	Пострадали 3 человека



Продолжение приложения А

Дата, место и вид аварии	Описание аварии и основные причины	Число пострадавших
3 сентября 2012 г., Кировская обл., г. Кирово-Чепецк, ТЭЦ-3	На ТЭЦ-3 на складе коагулянта произошел выброс паров неустановленного химического вещества.	Погиб 1 человек, госпитализирован в тяжелом состоянии 1 человек
3 октября 2012 г., г. Санкт-Петербург, ТЭЦ, взрыв маслоблока	В результате взрыва маслоблока на городской ТЭЦ произошел выброс АХОВ.	Пострадал 1 человек
27 ноября 2012 г., г. Калининград, авария на ТЭЦ-1	На теплоэлектроцентрали произошел сбой в электропитании, последовал гидродинамический удар, в результате которого были порваны и повреждены теплосети.	Погиб 1 человек
14 ноября 2012 г., г. Березники Пермского края, завод «Ависма», выброс хлора.	Произошел выброс хлора. Причину аварии устанавливает следствие.	Погибли 3 человека, 21 человек госпитализирован
8 февраля 2013 г., г. Липецк, ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат», <u>утечка сорного бензола.</u>	На промплощадке комбината произошла утечка сорного бензола. Горения и взрыва в результате аварии в цехе химической продукции не произошло.	Погибли 2 человека, пострадал 1 человек
24 февраля 2014 г., Елизовский район Камчатки, горно-обогатительный комбинат на Асачинском месторождении, утечка цианида.	Разгерметизация цистерны с цианидом.	Погиб 1 человек, госпитализирован 1 человек
26 февраля 2014 г., г. Буденновск, завод «Ставролен», взрыв этилена.	Из-за разгерметизации клапана произошло возгорание в цехе № 2 (этиленохранилище).	Пострадало 9 человек

Продолжение приложения А

Дата, место и вид аварии	Описание аварии и основные причины	Число пострадавших
6 марта 2014 г., г. Омск, ОАО «Омский каучук», взрыв газовой смеси в фенольном цехе.	От взрыва газовой смеси началось возгорание в бытовке фенольного цеха завода. С нее огонь перекинулся на ацетоновую колонну, что привело к еще одному взрыву.	Пострадало 11 человек
7 марта 2014 г., Кемеровская обл, г. Новокузнецк, ТЭЦ, взрыв котла.	В цехе № 11 Западно-Сибирской ТЭЦ произошел взрыв котла.	Погиб 1 человек, 4 получили ожоги
18 октября 2015 г., г. Москва, ТЭЦ-23, прорыв трубопровода.	Взрыв магистральной трубы, прорыв трубопровода (ведется следствие)	Пострадали 4 человека

## Приложение Б

(обязательное)

### Основные составляющие химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

Составляющие химического цеха ТЭЦ	Краткая характеристика составляющих химического цеха ТЭЦ			
	Назначение	Состав	Проектная мощность	Способ хранения
Площадка для баков-хранилищ растворов серной кислоты и натра едкого.	Хранение запаса растворов серной кислоты и натра едкого.	На площадке установлены 3 бака-хранилища 94–98 % раствора серной кислоты и 3 бака-хранилища 44–46 % раствора натра едкого.	Объем одного бака-хранилища раствора серной кислоты – 50 м <sup>3</sup> . Объем одного бака-хранилища раствора натра едкого – 100 м <sup>3</sup> .	Хранение опасных веществ предусмотрено при давлении близком к атмосферному.
Площадка для баков-хранилищ аммиачной воды	Хранение запаса аммиачной воды	На площадке установлены 2 бака-хранилища 22–25 % раствора аммиачной воды.	Объем 1-го бака-хранилища аммиачной воды – 5 м <sup>3</sup> . Объем 2-го бака-хранилища аммиачной воды – 2 м <sup>3</sup> .	Хранение опасных веществ предусмотрено при давлении близком к атмосферному.

## Приложение В

(обязательное)

Сведения об использовании опасных веществ, обращающихся в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

Вещество		Признаки идентификации								
Наименование	Кол-во, т	Индивидуальное опасное вещ-во, т	Воспламеняющиеся газы, т	Горючие жидкости		Токсичные вещ-ва, т	Высоко-токсичные вещ-ва, т	Окисляющие вещ-ва, т	Взрывчатые вещ-ва, т	Вещ-ва, опасные для окружающей среды
				на складах и базах, т	в технологическом процессе, т					
94–98 % раствора серной кислоты	183,56	-	-	-	-	180,82	-	-	-	-
44–46 % раствора натра едкого	295,58	-	-	-	-	-	-	-	-	295,58
22–25 % раствора аммиачной воды	4,65	-	-	-	-	-	-	-	-	4,65

Приложение Г  
(обязательное)  
Номенклатура инструмента, материалов, приспособлений и средств  
индивидуальной защиты персонала химического цеха ТЭЦ  
ООО «Юргинский машзавод»

Наименование материальных средств	Кол-во	Место размещения
Костюм защитный прорезиненный Л-1	5	шкаф аварийного оснащения
Противогазы шланговые ПШ-1	30	шкаф аварийного оснащения
Резиновые сапоги	30	шкаф аварийного оснащения
Резиновые перчатки	30	шкаф аварийного оснащения
Прокладки	20	шкаф аварийного оснащения
Заглушки стальные	20	шкаф аварийного оснащения
Ключи гаечные	1 к-т	шкаф аварийного оснащения
Приспособления для установки хомутов на трубопроводы	1 к-т	шкаф аварийного оснащения
Запрещающие знаки (сигнальные веревки)	50 и 20 м	шкаф аварийного оснащения
Средства нейтрализации кислоты (три натрий фосфат)	1 т	помещение здания насосной кислотно-щелочного хозяйства
Переносной насос «Гном 25-20»	1	помещение здания насосной кислотно-щелочного хозяйства

# Приложение Д

(обязательное)

Количество серной кислоты, участвующей в аварии химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

№ сценария	Последствия аварий	Основной поражающий фактор	Количество опасного вещества	
			Участвующего в аварии	Участвующего в создании поражающих факторов
Сценарий С1-1	Разгерметизация бака-хранилища с раствора серной кислотой	Химические ожоги Токсическое поражение	50 м³ (91,78 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)	50 м³ (91,78 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)
Сценарий С1-2-1	Малая утечка из наземного участка трубопровода с раствора серной кислотой от железнодорожной цистерны до насоса Ду 89×5 длиной 12,0 м	Химические ожоги Токсическое поражение	0,0166 м³ (0,03 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)	0,0166 м³ (0,03 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)
Сценарий С1-2-2	Малая утечка из наземного участка трубопровода с раствора серной кислотой от насоса до баков-хранилищ Ду 108×5 длиной 31,5 м	Химические ожоги Токсическое поражение	0,0656 м³ (0,12 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)	0,0656 м³ (0,12 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)

Продолжение приложения Д

№ сценария	Последствия аварий	Основной поражающий фактор	Количество опасного вещества	
			Участвующего в аварии	Участвующего в создании поражающих факторов
Сценарий С1-3	Разгерметизация с последующим истечением жидкости насоса Х 90/33 перекачки раствора серной кислоты	Химические ожоги Токсическое поражение	7,5 м³ (13,77 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)	7,5 м³ (13,77 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)
Сценарий С1-4	Разрушение железнодорожной цистерны для перевозки раствора серной кислоты	Химические ожоги Токсическое поражение	32,69 м³ (60 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)	32,69 м³ (60 т 94–98 % раствора серной технической кислоты)

## Приложение К

(обязательное)

Оперативная часть мероприятий плана по локализации и ликвидации аварии (ПЛАС)

в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

Аварийная ситуация А-1 разгерметизация бака серной кислоты  $V = 50 \text{ м}^3$  на открытой площадке  
химического цеха ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

Опознавательные признаки аварийной ситуации:

1. Резкий запах, течь кислоты по корпусу бака.
2. Наличие разлива кислоты на площадке склада.

Оптимальные способы противоаварийной защиты (ПАЗ):

1. Наличие автоматической системы обнаружения и контроля нет.
2. Визуальный осмотр баков хранилищ.

Технические средства (системы противоаварийной защиты, применяемые при подавлении и локализации аварий (ПАЗ):

1. Запорная арматура.
  2. Насос перекачки кислоты.
  3. Переносной насос.
- Герметичные хомуты.
5. Резиновые рукава.
  6. Листовая резина ТМКЩ б-4.



## Продолжение приложения К

Исполнители и порядок их действий:

1 Первый, заметивший аварию, предупреждает окружающих работников, немедленно оповещает начальника химического цеха по телефону или начальника смены в выходные, праздничные, ночные смены.

2 Начальник смены производит оповещение главного инженера ТЭЦ, начальника ТЭЦ и дежурного диспетчера завода (ЦДП).

2.1 Начальник смены оповещает персонал ТЭЦ по громкоговорящей связи о произошедшем разливе и мерах предосторожности.

3 Начальник химического цеха руководит работами по локализации и ликвидации аварийной ситуации – разведка места аварии, оценка обстановки, площади разлива, ограждение аварийной зоны, выставление постов.

3.1 Начальник химического цеха из числа производственного персонала цеха комплектует оперативно спасательный отряд в количестве – 6 человек.

4 Производственный персонал химического цеха по сигналу тревоги надевает изолирующие средств защиты органов дыхания, кожи и принимает меры по эвакуации и оказанию первой медицинской помощи возможно пострадавшим.

4.1 В составе не менее двух человек проверяют отсутствие людей на площадке склада и принимают меры по эвакуации пострадавших: при этом немедленно включают пострадавшего в изолирующий дыхательный аппарат и выносят на свежий воздух кратчайшим свободным путем.

4.2 До прибытия медицинских работников первую медицинскую помощь пострадавшим оказывают производственный персонал химического цеха, владеющие этими приемами.

5 После окончания работ по спасению и выводу людей из опасной зоны оперативно спасательный отряд приступает к локализации аварийной ситуации.

## Продолжение приложения К

5.1 В ручную открывают запорную арматуру на баках, насосе кислоты и производят перекачку кислоты из аварийного бака в резервный.

5.2 Устанавливают переносной насос на дренажный приямок склада и откачивают разлившуюся кислоту в резервный бак или в бак нейтрализатор через стационарный вертикальный насос установленный в кислотно-щелочном помещении.

5.3 Определяют место утечки кислоты из бака хранения.

5.4 Нейтрализацию разлившейся кислоты проводят сухим порошком каустической соды или тринатрий фосфатом до нейтральной реакции.

6 Нейтрализованную кислоту засыпают песком, собирают лопатами в контейнер и вывозят на утилизацию.

7. Площадку обильно промывают водой.

8. Аварийный бак вывозят в ремонт.

## Приложение Л

(обязательное)

Сведения о системе оповещения в случае возникновения аварии в химическом цехе ТЭЦ

ООО «Юргинский машзавод»

(с приведением схемы оповещения и указанием порядка действий в случае аварии)

В соответствии с Приказом МЧС РФ, Министерства информационных технологий и связи РФ от 25 июля 2006 г. № 422/90/376 «Об утверждении Положения о системах оповещения населения» на ООО «Юргинский машзавод» предусмотрено оповещение с использованием внутристанционной громкоговорящей связи начальником смены станции с главного щита управления ТЭЦ.

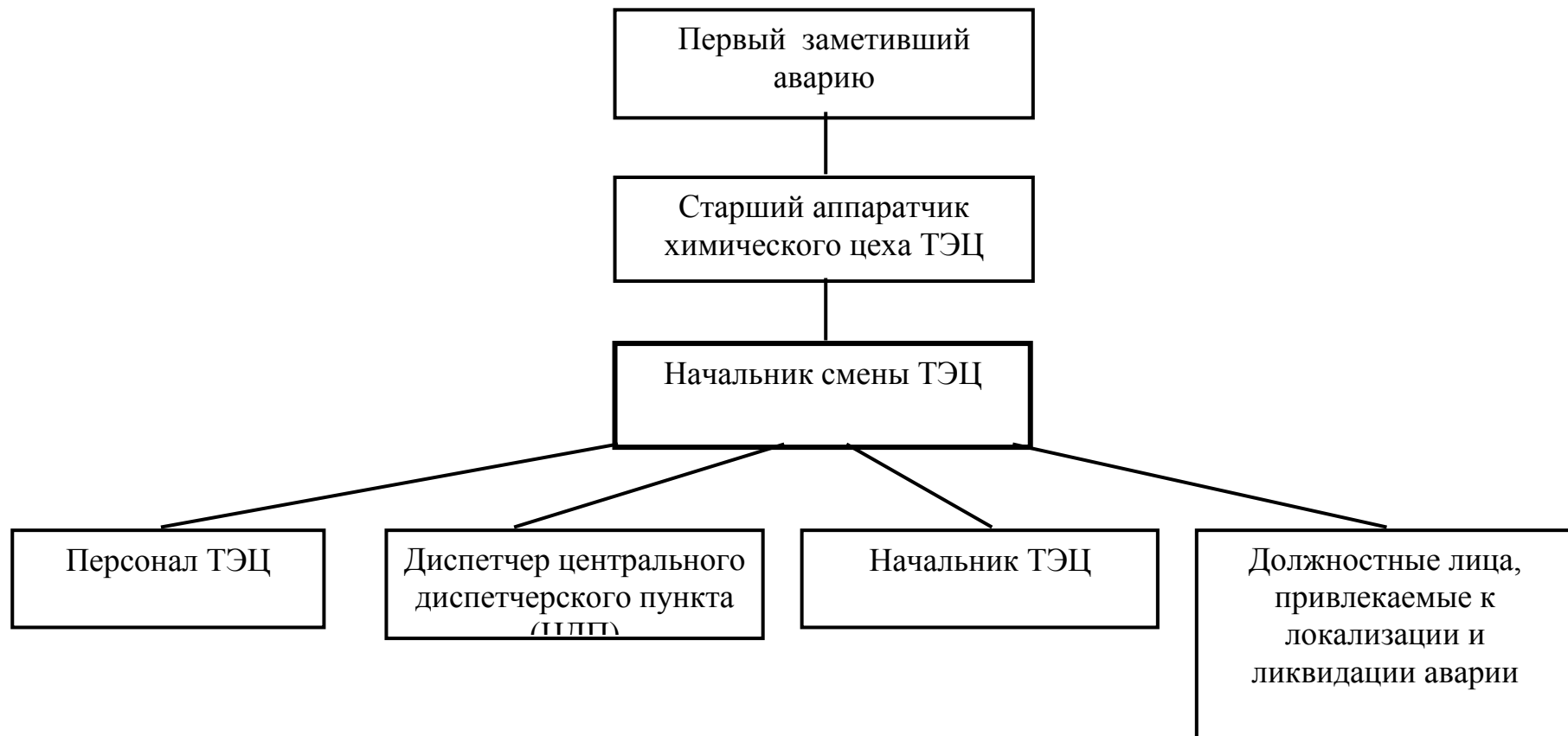
При возникновении аварии в химическом цехе ТЭЦ, первый заметивший, голосом оповещает остальных об аварии, немедленно докладывает об аварии старшему аппаратчику химического цеха ТЭЦ, который оповещает начальника смены станции по телефону.

Начальник смены станции:

- по ГГС оповещает персонал станции;
- по телефонной связи – диспетчера центрального диспетчерского пункта, руководство ТЭЦ и должностных лиц ООО «Юргинский машзавод», привлекаемых к локализации и ликвидации аварии.

Продолжение приложения Л

Схема оповещения должностных лиц при аварийной ситуации на ТЭЦ (время оповещения 30 мин)



Приложение М  
(обязательное)

Порядок действия сил и использования средств, взаимодействия с другими организациями по локализации и ликвидации аварии в химическом цехе ТЭЦ ООО «Юргинский машзавод»

Должностное лицо	Обязанности
Ответственный руководитель:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Прибыть к месту аварии, ознакомиться с обстановкой, немедленно приступить к выполнению мероприятий, предусмотренных оперативной частью плана ликвидации аварий, и руководить работами по спасению людей и ликвидации аварии.</li><li>2. Организовать командный пункт, сообщить о месте его расположения диспетчеру, всем исполнителям и постоянно находиться на нем.</li><li>3. Проверить, вызваны ли спасательная служба и пожарная часть, должностные лица объекта. Выявить число застигнутых аварией людей и их местонахождение.</li><li>4. Контролировать выполнение мероприятий, предусмотренных оперативной частью ПЛАС, и своих распоряжений и заданий.</li><li>5. Дать соответствующие распоряжения руководителям взаимосвязанных по коммуникациям соседних производств, цехов, отделений.</li><li>6. При авариях длительностью более одного часа совместно с начальниками цехов и спасательной службы, а при пожаре с начальником пожарной части разработать оперативный план по спасению людей, в соответствии с намеченными мероприятиями, дать задания спасательной службе, пожарной части и другим должностным лицам на выполнение предусмотренных мероприятий</li></ol>

Продолжение приложения М

Должностное лицо	Обязанности
	<p>7. Дать указание об удалении или эвакуации людей из всех опасных и угрожаемых мест и о выставлении охранных постов на подступах к аварийной зоне (участку), к средствам связи и т.п.</p> <p>8. При необходимости обратиться за помощью в территориальные органы РСЧС и другие службы.</p> <p>9. Назначить ответственное лицо для ведения оперативного журнала по ликвидации аварии.</p> <p>10. По окончании ликвидации аварии дать разрешение на проведение восстановительных работ и последующий пуск производства.</p>
Диспетчер завода:	<p>1. При получении сообщения об аварии лично известить лиц и учреждения согласно схеме оповещения.</p> <p>2. При аварии в масштабе завода до прибытия главного инженера или его заместителя выполнять обязанности ответственного руководителя, организовать работы по спасению людей и ликвидации аварии конкретного (данного) производства. Командным пунктом по ликвидации</p> <p>3. Принять меры к спасению людей и ликвидации аварии в начальный период и для прекращения её распространения и организации и организации нового командного пункта.</p> <p>4. По прибытии технического руководителя организации проинформировать о состоянии работ по спасению людей и ликвидации аварии, месте нахождения нового командного пункта и поступить в распоряжение ответственного руководителя работ по ликвидации аварии, в данном случае, является рабочее место диспетчера завода.</p>

Продолжение приложения М

Должностное лицо	Обязанности
Генеральный директор ООО «Юргинский машзавод» (заместитель генерального директора):	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получив сообщение об аварии немедленно прибыть на завод и сообщить об этом ответственному руководителю.</li> <li>2. Организовать оказание своевременной помощи пострадавшим.</li> <li>3. В соответствии с запросом ответственного руководителя принять необходимые меры по привлечению опытных рабочих и специалистов (из числа руководящих работников и специалистов) в бригады для дежурства и выполнения необходимых работ, связанных с ликвидацией или локализацией аварии, а также по своевременной доставке технических и материальных средств.</li> <li>4. Обеспечить работу аварийных и материальных складов и доставку материалов, инструментов и т.п. к месту аварии.</li> <li>5. Руководить работой транспорта, привлеченного для ликвидации аварии.</li> <li>6. При аварийных работах продолжительностью более шести часов организовать питание и отдых участников ликвидации аварии.</li> <li>7. Информировать соответствующие организации о характере аварии и ходе спасательных и восстановительных работ.</li> </ol>
Начальник ТЭЦ:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выполняет обязанности ответственного руководителя, руководствуясь мероприятиями плана ликвидации аварий.</li> <li>2. В других случаях выполняет распоряжения ответственного руководителя работ по ликвидации аварии.</li> </ol>

Продолжение приложения М

Должностное лицо	Обязанности
Мастер ТЭЦ:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лично или через ответственных подчиненных немедленно вызвать на место аварии газоспасательную службу и пожарную часть (при необходимости) и сообщить аварии диспетчеру (дежурному) завода.</li> <li>2. Немедленно (до прибытия ответственного руководителя) организовать и начать работы по спасению людей и ликвидации аварии в соответствии с мероприятиями ПЛАС и создавшейся обстановкой.</li> </ol>
Заместитель начальника ТЭЦ:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Организовать бригаду из числа аппаратчиков, операторов, газовиков и других необходимых специалистов, обученных работе в спец.аппаратуре и руководить их работой.</li> <li>2. По указанию ответственного руководителя работ уточнить состояние технологического процесса с целью предупреждения возможных дальнейших осложнений и создания необходимых условий для успешной ликвидации аварии.</li> <li>3. В зависимости от обстановки обеспечить сохранение нормального технологического процесса, перевести его на режим удобной и быстрой остановки или прекратить его.</li> </ol>
Мастер, аппаратчик ТЭЦ:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Немедленно сообщить об аварии диспетчеру завода.</li> <li>2. Принять меры по выводу людей из опасной зоны и ликвидации аварии в соответствии с мероприятиями ПЛА.</li> <li>3. При необходимости, в целях предупреждения осложнений аварии, отключить аппараты, установки, агрегаты, коммуникации данного технологического процесса.</li> <li>4. Находясь вне территории завода и, узнав об аварии, немедленно прибыть к ответственному руководителю для получения заданий.</li> </ol>



Продолжение приложения М

Должностное лицо	Обязанности
Мастер, аппаратчик ТЭЦ:	<p>1. Немедленно сообщить об аварии диспетчеру завода.</p> <p>2. Принять меры по выводу людей из опасной зоны и ликвидации аварии в соответствии с мероприятиями ПЛАС.</p> <p>3. При необходимости, в целях предупреждения осложнений аварии, отключить аппараты, установки, агрегаты, коммуникации данного технологического процесса.</p> <p>4. Находясь вне территории завода и, узнав об аварии, немедленно прибыть к ответственному руководителю для получения заданий.</p>
Главный механик, главный энергетик ООО «Юргинский машзавод»:	<p>1. Обеспечить организацию бригад мастеров, электриков, слесарей и других специалистов из работников механо- электро- и энергослужбы и установить их постоянное дежурство для выполнения работ по ликвидации аварии и восстановлению нормальной работы производства цеха, отделения.</p> <p>2. По указанию ответственного руководителя обеспечить включение или отключение электроэнергии и других электрических коммуникаций, нормальную работу электромеханического, энергетического оборудования, действие связи, сигнализации, исправное состояние газовых, паровых, тепловых и других магистралей и сетей.</p>
Начальники, мастера, бригадиры и старшие рабочие других цехов:	<p>1. Находясь в момент аварии на предприятии и, получив известие об аварии, выполнять необходимые мероприятия в соответствии с ПЛАС и доложить о своих действиях ответственному руководителю.</p> <p>2. Находясь вне территории предприятия и, узнав об аварии, немедленно прибыть к ответственному руководителю работ для выполнения заданий и поручений, связанных со спасением людей и ликвидацией аварии.</p>

Продолжение приложения М

Должностное лицо	Обязанности
Работники медицинского пункта (здравпункта):	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Немедленно выехать по вызову на место аварии и оказать первую помощь пострадавшим.</li> <li>2. Организовать непрерывное дежурство на период ликвидации аварии и спасательных работ.</li> </ol>